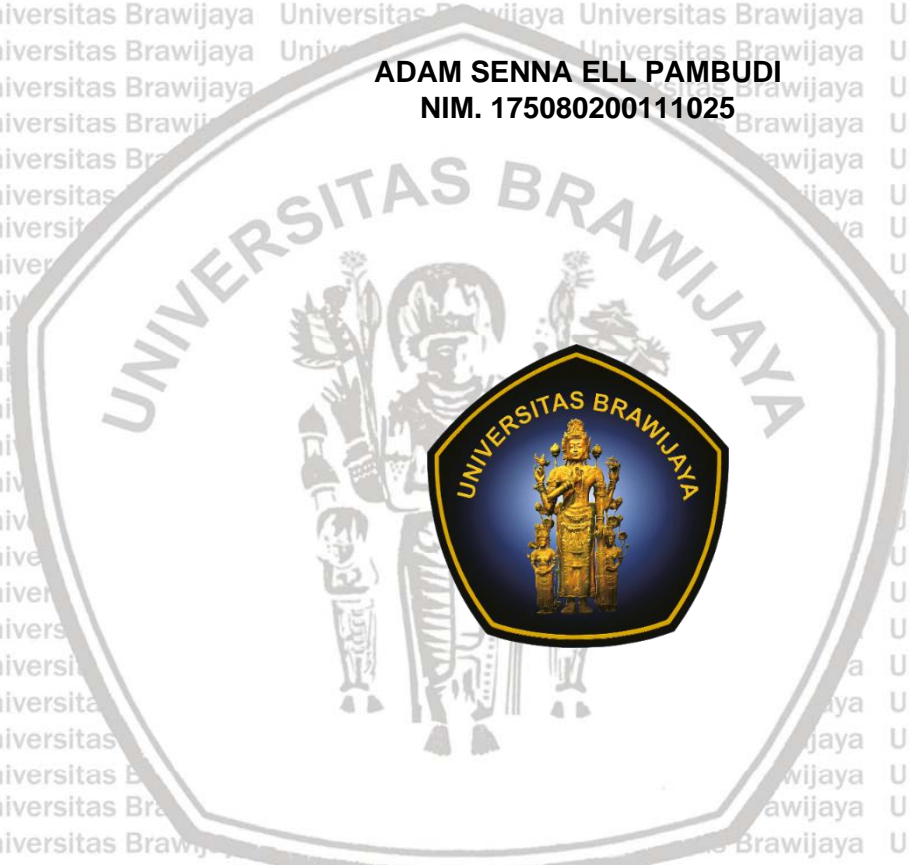


STUDI KELAYAKAN TEKNIS KAPAL PURSE SIENE PEKALONGAN UNTUK DIOPERASIKAN DI PERAIRAN NATUNA

SKRIPSI

Oleh:

**ADAM SENNA ELL PAMBUDI
NIM. 175080200111025**



**PROGRAM STUDI PEMANFAATAN SUMBER DAYA PERIKANAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBER DAYA PERIKANAN DAN ILMU
KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG
2021**

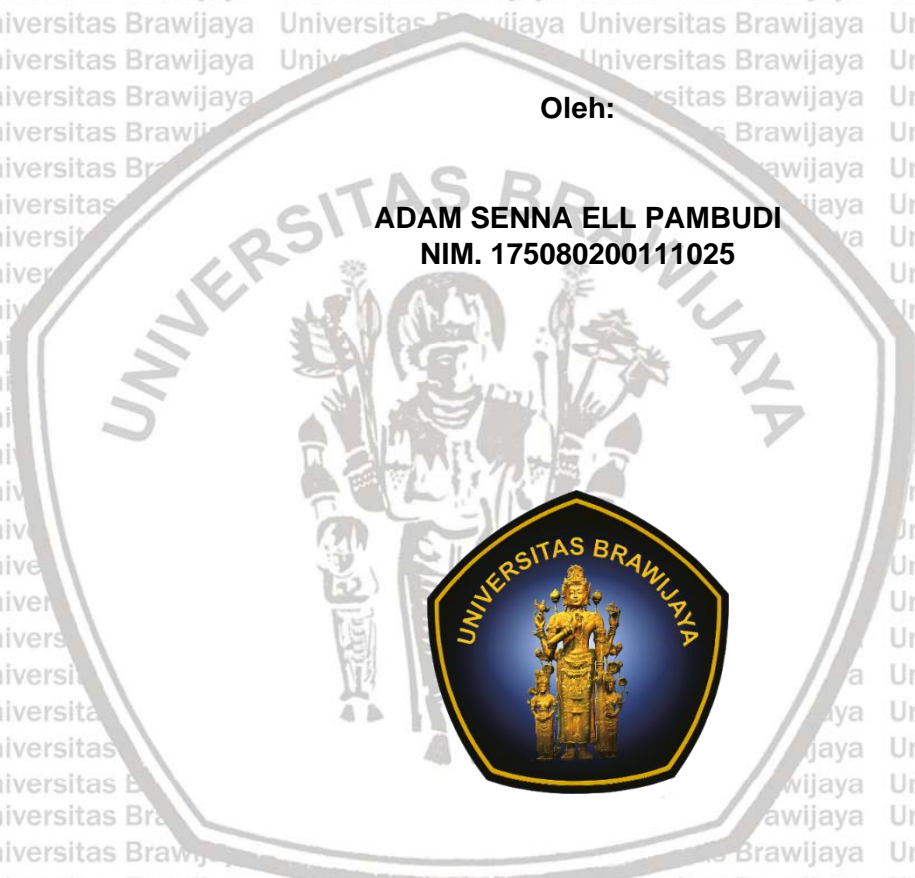
STUDI KELAYAKAN TEKNIS KAPAL PURSE SIENE PEKALONGAN UNTUK DIOPERASIKAN DI PERAIRAN NATUNA

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh:

**ADAM SENNA ELL PAMBUDI
NIM. 175080200111025**



**PROGRAM STUDI PEMANFAATAN SUMBER DAYA PERIKANAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBER DAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

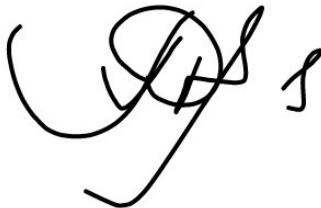
**STUDI KELAYAKAN TEKNIS KAPAL PURSE SIENE
PEKALONGAN UNTUK DIOPERASIKAN DI PERAIRAN NATUNA**

Oleh:

ADAM SENNA ELL PAMBUDI
NIM. 175080200111025

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 15 Juli 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Pembimbing 1



Sunardi, ST, MT
NIP. 198006052006041004
Tanggal: 7/15/2021

Menyetujui,
Dosen Pembimbing 2



Dr. Ali Muntaha A.Pi, S.Pi, MT
NIP. 196004081986031003
Tanggal: 7/15/2021

Mengetahui:
Ketua Jurusan
Jurusan PSPK



Dr. Eng. Abu Bakar Sambah, S.Pi., MT.
NIP. 19780717 200502 1 004
Tanggal: 7/15/2021

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adam Senna Eli Pambudi

NIM : 175080200111025

Judul Skripsi : Studi Kelayakan Teknis Kapal Purse Siene Pekalongan
Untuk Dioperasikan Di Perairan Natuna

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah, tabel, gambar maupun ilustrasi lainnya yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi. Jika terdapat karya / pendapat / penelitian dari orang lain, maka saya telah mencantumkan sumber yang jelas dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Brawijaya, Malang.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.

Malang, 1 Mei 2021

Adam Senna Eli Pambudi

NIM.175080200111025

IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : **Studi Kelayakan Teknis Kapal Purse Siene
Pekalongan Untuk Dioperasikan Di Perairan Natuna**

Nama Mahasiswa : Adam Senna Ell Pambudi
NIM : 175080200111025
Program Studi : Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan

PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : Sunardi, ST, MT
Pembimbing 2 : Dr. Ali Muntaha A Pi, S Pi, MT

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Ir. Agus Tumulyadi, MP
Dosen Penguji 2 : Dr. Fuad, S.Pi, MT
Tanggal Ujian : 15 Juli 2021



RINGKASAN

ADAM SENNA ELL PAMBUDI. Studi Kelayakan Teknis Kapal Purse Siene Pekalongan Untuk Dioperasikan Di Perairan Natuna (dibawah bimbingan **Sunardi, ST, MT** dan **Dr. Ali Muntaha A Pi, S Pi, MT**)

Perairan Natuna merupakan salah satu dari 711 Wilayah Pengelolaan Perikanan. Stok ikan yang melimpah dengan pemanfaatan yang belum optimal menjadikan kawasan penangkapan ini menjadi incaran penangkapan oleh kapal-kapal penangkap ikan asing. Untuk menjaga kedaulatan negara, keberadaan nelayan di Perairan Natuna menjadi bukti eksistensi Indonesia di perairan Natuna. Pemerintah sedang berencana untuk mengoperasikan kapal yang lebih besar di perairan Natuna untuk lebih menjaga teritorial Indonesia. Studi penelitian ini mengkaji kemungkinan kapal purse seine nelayan Pekalongan beroperasi di perairan Natuna.

Tujuan penelitian yang dilakukan pada kapal purse seine di PPN Pekalongan untuk mengetahui kelayakan teknis kapal purse seine pekalongan untuk dioperasikan di perairan natuna. Tujuan pertama yang dilakukan penelitian ini adalah menganalisa stabilitas pada kapal *purse seine* untuk menentukan daya oleng pada kapal. Tujuan kedua adalah menganalisa *Seakeeping* pada kapal *purse seine* untuk menentukan daya kenyamanan pada kapal terhadap orang atau ABK. Tujuan ketiga adalah mengetahui kelayakan operasional kapal berdasarkan biaya dan jarak tempuh kapal terhadap fishing ground.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif dan metode analisis yang dibantu dengan perangkat lunak. Data tersebut meliputi data primer dan sekunder. Data primer berasal dari perhitungan pada objek yang diteliti pada lokasi penelitian. Data sekunder berasal dari literatur yang sudah dipublikasikan. Metode analisis yang digunakan dengan cara menggunakan aplikasi Maxsurf untuk menghitung dan menganalisa perhitungan ukuran kapal purse seine tersebut.

Hasil dari penelitian tersebut adalah permodelan kapal yang sesuai dengan observasi penelitian dan dirujuk ukuran kapal tersebut menggunakan perangkat lunak *Maxsurf Modeler*. Tahap selanjutnya adalah stabilitas kapal yang dianalisis menggunakan perangkat lunak *Maxsurf Stability*. Kondisi stabilitas kapal yang dihasilkan dalam penelitian tersebut didapatkan dari 4 kondisi *loadcase*, yaitu ketika kapal berangkat (100% BBM, 100% Air Tawar, 0% Palka), kondisi tiba di fishing ground (75% BBM, 75% Air Tawar, 0% Palka), kondisi sedang melakukan penangkapan (50% BBM, 50% Air Tawar, 50% Palka) dan kondisi Kembali ke fishing base (25% BBM, 25% Air Tawar, 100% Palka) menunjukkan hasil analisa yang memenuhi nilai standar yang ditetapkan oleh IMO (*International Maritime Organization*) *code on Intact stability A.749 (18)*, Ch 3 - *design criteria applicable to all ships*. Tahap selanjutnya adalah seakeeping kapal yang dianalisis menggunakan perangkat lunak *Maxsurf Motions Sickness*. Analisa seakeeping pada grafik RAO kapal *purse seine* pada sudut datang gelombang 180° gerak dominan yaitu *heaving* dan *pitching*. Gerakan *rolling* besaf terjadi ketika sudut

datang gelombang 135° dan 90° . Nilai MSI pada kapal *purse seine* memperlihatkan ABK yang berada pada tengah dan ruang ABK kapal terasa nyaman hingga 8 jam perjalanan karena pada bagian ini menunjukkan nilai dibawah batas standar MSI. Posisi ABK depan merasa paling tidak nyaman setelah 30 menit perjalanan ketika tinggi gelombang 4 m dan kapal dalam kecepatan 10 knot. Jadi dapat disimpulkan kapal *purse seine* Pekalongan layak dioperasikan di perairan natuna.

Kata kunci : Natuna, kapal *Purse seine*, Analisa Satbilitas



SUMMARY

ADAM SENNA ELL PAMBUDI. Studi Kelayakan Teknis Kapal Purse Siene Pekalongan Untuk Dioperasikan Di Perairan Natuna (Supervisor by **Sunardi, ST, MT** dan **Dr. Ali Muntaha A Pi, S Pi, MT**)

Natuna Waters is one of the 711 Fisheries Management Areas. Abundant fish stocks with suboptimal utilization make this fishing area a target for foreign fishing vessels. To maintain state sovereignty, the presence of fishermen in Natuna waters will be proof of Indonesia's existence in Natuna waters. The government plans to operate larger vessels to operate in Natuna. This study will examine the possibility of Pekalongan fishermen to operate in Natuna..

The purpose of research conducted on purse seine vessels at PPN Pekalongan was to determine the technical feasibility of pekalongan purse seine vessels to be operated in Natuna waters. The first objective of this research is to analyze the stability of the purse seine vessel to determine the tilt power of the ship. The second objective is to analyze seakeeping on a purse seine ship to determine the comfort power on the ship against people or crew. The third objective is to determine the operational feasibility of the ship based on costs and distance from the ship to the fishing ground.

The method used in this research is descriptive quantitative method and analysis method which is assisted by software. This data includes primary and secondary data. Primary data comes from calculations on the object under study at the research location. Secondary data comes from published literature. The analytical method used is by using the Maxsurf application to calculate and analyze the calculation of the size of the purse seine vessel.

The result of this research is a ship modeling that is in accordance with research observations and the size of the ship is referenced using the Maxsurf Modeler software. The next stage is ship stability which is analyzed using Maxsurf Stability software. The stability condition of the ship produced in this study was obtained from 4 loadcase conditions, namely when the ship departed (100% BBM, 100% Fresh Water, 0% fish hatch), the condition arrived at the fishing ground (75% BBM, 75% Fresh Water, 0% fish hatch), the condition is currently catching (50% BBM, 50% Fresh water, 50% fish hatch) and the condition Returns to the fishing base (25% BBM, 25% Fresh water, 100% fish hatch) shows the results of the analysis that meet the standard values set by IMO (International Maritime Organization) code on Intact stability A.749 (18), Ch 3 - design criteria applicable to all ships. The next stage is ship seakeeping which is analyzed using Maxsurf Motions Sickness software. Seakeeping analysis on the RAO chart of the purse seine ship at the angle of incidence of the waves is 180 dominan, the dominant motions are heaving and pitching. Besaf rolling motion occurs when the angle of incidence of the waves is 135° and 90°. The MSI value on purse seine vessels shows that crew members who are in the middle and space of the ship's crew will feel comfortable for up to 8 hours of travel because this section shows the value below the MSI standard limit. The forward crew

position will feel most uncomfortable after 30 minutes of travel when the wave height is 4 m and the ship is at 10 knots. So it can be concluded that the Pekalongan purse seine ship is suitable for operation in Natuna waters.

Keywords: Natuna, Purse seine ship, stability analysis.



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala atas rahmat Nya laporan ini dapat diselesaikan. Ucapan terimakasih ini ingin disampaikan kepada yang di bawah ini sebagai berikut :

1. Kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya sebagai tempat saya menempuh pendidikan S1.
2. Dr. Eng Abu Bakar, S. Pi., MT. Selaku Ketua Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan
3. Sunardi, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan (PSP)
4. Sunardi, ST., MT. selaku dosen pembimbing ke-1 skripsi yang telah mendukung dan sabar dalam membimbing.
5. Dr. Ali Muntaha A.Pi, S.Pi, MT selaku dosen pembimbing 2 skripsi yang dengan sabar telah membimbing.
6. Pegawai PPN Pekalongan yang sudah mengizinkan permohonan untuk melakukan penelitian ini.
7. Kedua orang tua tercinta, Bapak Budi Prasetya, dan Ibu Elya Qomariah, serta adik Rizka Aulia EP, yang sudah memberikan motivasi setiap saat untuk mengerjakan laporan ini sebaik mungkin.
8. Seluruh teman Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan yang sudah memberikan motivasi setiap saat sehingga laporan ini menjadi awal mula keberhasilan untuk menempuh kehidupan yang sukses.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan Hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal Usulan Skripsi dengan judul "STUDI KELAYAKAN TEKNIS KAPAL PURSE SIENE PEKALONGAN UNTUK DIOPERASIKAN DI PERAIRAN NATUNA". Proposal ini dibuat sebagai salah satu prasyarat untuk meraih gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan baik dari ketelitian pada penulisan, dan kesalahan penyampaian kata dalam penyusunan laporan ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar untuk selanjutnya lebih sempurna dan bermanfaat bagi para pembaca dan yang membutuhkan.

Malang, 15 Januari 2021



DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS	i
IDENTITAS TIM PENGUJI	ii
RINGKASAN	iii
SUMMARY	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kepulauan Natuna	4
2.2 Kapal Purse Seine	4
2.2.1. Deskripsi Kapal Perikanan	4
2.2.2. Alat Tangkap Pengoperasian	5
2.3. Permodelan Desain Kapal	6
2.3.1. Rencana Garis (<i>Lines Plan</i>)	6
2.3.2. Rencana Umum (<i>General Arrangement</i>)	6
2.3.3. Perangkat Lunak Permodelan Kapal	7
2.4 Dimensi Utama Kapal	8
2.5 Perbandingan Rasio Kapal	10
2.5.1 L/B	11
2.5.2 L/H	11
2.5.3 B/H	12
2.6 Koefisien Bentuk Kapal	13
2.6.1 <i>Coefficient Block (Cb)</i>	13
2.6.2 <i>Coefficient Midship (Cm)</i>	14
2.6.3 <i>Coefficient Waterline (Cw)</i>	15

2.6.4 Coefficient Prismatic (Cp)	15
2.7 Hidrostatik Kapal	17
2.8 Stabilitas Kapal	18
2.8.1 Macam-macam keseimbangan	19
2.9 <i>Seakeeping</i>	21
2.10 Operasional Kapal	22
BAB III. METODE PENELITIAN	22
3.1 Tempat, Waktu/Jadwal Pelaksanaan	22
3.2 Alat dan Bahan	23
3.3 Metode Penelitian	23
3.4 Sumber Data	24
3.4.1 Data Primer	24
3.4.2 Data Sekunder	24
3.5 Diagram Alir Prosedur Penelitian	25
3.6 Metode Pengambilan Data	26
3.7 Metode Permodelan Kapal	27
3.8 Metode Analisa Data	27
3.8.1 Analisa <i>Hidrostatik</i>	27
3.8.2 Analisa Kondisi Stabilitas	28
3.8.3 Analisa <i>SeaKeeping</i>	29
3.8.4 Analisa Operasional Kapal	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Lokasi Penelitian	30
4.2 Kapal Purse Seine Pekalongan	30
4.3 Hasil Pengukuran Kapal Purse Seine	32
4.4 Karakteristik Bentuk Kapal	33
4.4.1 L/B	33
4.4.2 L/D	33
4.4.3 B/D	33
4.5 Desain Kapal Menggunakan Perangkat Lunak	34
4.5.1 Permodelan 3D Kapal	34
4.5.2 Rencana Garis (<i>Lines Plan</i>) Kapal <i>Purse Seine</i> Pekalongan	35
4.5.3 Rencana Umum (<i>General Arrangement</i>)	35
4.6 Analisa Teknis Kelayakan Kapal	48
4.6.1 Analisis Hidrostatik Kapal	48
4.6.2 Analisa Stabilitas Kapal	52
4.6.3 Analisa <i>Seakeeping</i> Kapal	66
4.7 Operasional Kapal	76
4.7.1 Biaya Trip	76
4.7.2 Jarak Tempuh Trip Kapal	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	81
5.1 Kesimpulan	81
5.2 Saran	82
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN	86

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pedoman Rasio Kapal	10
2. Nilai koefisien bentuk kapal berdasarkan metode operasi di Indonesia.....	13
3. Kisaran nilai koefisien bentuk	13
4. Jadwal Kegiatan	22
5. Bahan dan Alat	23
6. Parameter hidrostatis Kapal Bintang Mas Kartika	49
7. Koefisien bentuk rujukan artikel (Ramadhani, 2004)	51
8. Distribusi muatan Loadcase 1 Kapal Bintang Mas Kartika	54
9. Kriteria stabilitas <i>loadcase</i> 1	55
10. Distribusi muatan loadcase 2 Kapal Bintang Mas Kartika	57
11. Kriteria stabilitas <i>loadcase</i> 2	59
12. Distribusi muatan <i>loadcase</i> 3 Kapal Bintang Mas Kartika	61
13. Kriteria stabilitas <i>loadcase</i> 3	62
14. Distribusi muatan <i>loadcase</i> 4 Kapal Bintang Mas Kartika	64
15. Kriteria stabilitas <i>loadcase</i> 4	65
16. Tempat Pengukuran MSI pada Kapal	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Purse Seine.....	6
2. Ukuran Panjang Kapal LOA, LBP/LPP, dan LWL (Sumber : Ronald, 2014)	9
3. Lebar Kapal (Sumber : Ronald, 2014).....	9
4. Tinggi Kapal (Sumber : Ronald, 2014).....	10
5. Tinggi Sarat (Sumber : Ronald, 2014).....	10
6. Koefisien Blok.....	14
7. Koefisien Gading Besar	15
8. Koefisien garis air	15
9. Koefisien prismatik memanjang	16
10. Koefisien prismatik tegak	16
11 Stable Equilibrium (Sari, 2010)	20
12 Nuetral Equilibrium	20
13. Unstable equilibrium (Sari, 2010).....	21
14. Pengukuran Dimensi Panjang Kapal (Ronald, 2014)	26
15. Kapal Bintang Mas Kartika.....	32
16. Model 3D Kapal Bintang Mas Kartika.....	35
17. Rencana garis Kapal Bintang Mas Kartika	48
18. Rencana Umum Kapal Bintang Mas Kartika	48
19. Grafik Parameter Hidrostatik.....	50
20. Kurva stabilitas (GZ) loadcase 1 Bintang Mas Kartika.....	55
21. Kurva stabilitas (GZ) loadcase 2 Kapal Bintang Mas Kartika.....	58
22. Kurva stabilitas (GZ) loadcase 3 Kapal Bintang Mas Kartika.....	62
23. Kurva stabilitas (GZ) loadcase 4 Kapal Bintang Mas Kartika.....	65
24. Kecepatan Kapal 0 Knot, sudut datang gelombang 180°.....	66

25. Kecepatan Kapal 10 Knot, sudut datang gelombang 180°	67
26. Kecepatan Kapal 0 Knot, sudut datang gelombang 135°	67
27. Kecepatan Kapal 10 Knot, sudut datang gelombang 135°	67
28. Kecepatan Kapal 0 Knot, sudut datang gelombang 90°	68
29. Kecepatan Kapal 0 Knot, sudut datang gelombang 135°	68
30. Kecepatan Kapal 0 Knot, sudut datang gelombang 180°	69
31. Kecepatan Kapal 10 Knot, sudut datang gelombang 180°	70
32. Kecepatan Kapal 0 Knot, sudut datang gelombang 135°	70
33. Kecepatan Kapal 10 Knot, sudut datang gelombang 135°	70
34. Kecepatan Kapal 0 Knot, sudut datang gelombang 90°	71
35. Kecepatan Kapal 10 Knot, sudut datang gelombang 90°	71
36. Kecepatan Kapal 0 Knot, sudut datang gelombang 180°	71
37. Kecepatan Kapal 10 Knot, sudut datang gelombang 180°	72
38. Kecepatan Kapal 0 Knot, sudut datang gelombang 135°	72
39. Kecepatan Kapal 10 Knot, sudut datang gelombang 135°	72
40. Kecepatan Kapal 0 Knot, sudut datang gelombang 90°	73
41. Kecepatan Kapal 10 Knot, sudut datang gelombang 90°	73
42. Jarak tempuh Daerah Pengkapan Ikan Purse Seine Pekalongan	78
43. Jarak tempuh PPN Pekalongan dengan Laut Natuna	79
44. Jarak tempuh PPS Nizam Zachman dengan Laut Natuna	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dokumentasi Aktivitas Penelitian	86



BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar di dunia. Dua per tiga ($\frac{2}{3}$) wilayah Indonesia meliputi lautan dan $\frac{1}{3}$ daratan. Indonesia memiliki panjang garis pantai mencapai 95.000 km persegi dengan luas hamparan terumbu karang sebesar 24,5 juta Ha. Selain dari panjang garis pantai dan luas terumbu karang, negeri Indonesia juga masih menyimpan potensi kelautan lainnya (Sukanto, 2017). Luasnya wilayah ini ditandai dengan adanya penyebaran daerah penangkapan ikan sekitar 5,8 juta km persegi. Potensi lestari sumber daya ikan di Indonesia pada tahun 2018 mencapai 9,9 juta ton (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2018). Besarnya wilayah dan sumberdaya perikanan yang dimiliki memunculkan komoditas ekonomi yang besar. Sektor perikanan khususnya perikanan tangkap memiliki potensi yang sangat menjanjikan sebagai lahan mata pencaharian nelayan Indonesia. Akan tetapi sumberdaya alam tersebut sebagian yang baru dapat dimanfaatkan oleh nelayan. Hal ini dimanfaatkan oleh nelayan asing untuk melakukan *illegal fishing* di perairan Indonesia.

Melimpahnya potensi perikanan yang belum dimanfaatkan baik oleh nelayan setempat seperti perairan natuna, menyebabkan daerah perairan tersebut banyak terjadi *illegal fishing*. Dengan ada kegiatan *illegal fishing* di perairan natuna dapat mengancam kedaulatan negara Indonesia karena dapat mematikan nelayan lokal. Perairan natuna terdapat pada wilayah potensi perikanan (WPP) RI 711. Potensi perikanan pada tahun 2017 perairan natuna melimpahnya mencapai 1.143.340 ton terutama ikan pelagis yang masih memiliki

laju pertumbuhan sekitar 17,2 (%) persen per tahun (Zulham et al., 2017).

Armada perikanan tangkap Natuna masih didominasi oleh kapal berukuran kecil, 58,4% merupakan armada perikanan kapal motor skala kecil 1 GT – 5 GT (Pusat Riset KKP, 2016)

Kondisi perikanan natuna yang masih sangat menjanjikan dan belum optimalnya pemanfaatannya serat demi menjaga kedaulatan wilayah NKRI.

Pemerintah berencana menambah armada penangkap ikan yang beroperasi di perairan natuna. Berbeda dengan kondisi perikanan tangkap di Utara Jawa yang sudah mencapai *over exploited* atau eksploitasi yang berlebih. Hal ini dikarenakan banyaknya jumlah nelayan di utara pulau Jawa yang tidak sebanding dengan daerah penangkapan yang ada. Perlunya melakukan perpindahan tempat dalam kegiatan eksploitasi sumberdaya perikanan tangkap bertujuan agar tidak hanya terpusat pada satu titik yang dapat menimbulkan kelestarian hayati menurun dan untuk menjaga kedaulatan wilayah Indonesia. Oleh karena itu, melakukan analisis terhadap kelayakan kapal perikanan yang ada di Indonesia untuk dapat dioperasikan di laut natuna dengan tetap mempertimbangkan kondisi alam yang ada laut natuna sangat diperlukan. Penelitian ini merupakan suatu upaya untuk membuat pertimbangan yang baik terhadap kapal *purse seine* di PPN Pekalongan yang nantinya beroperasi di perairan laut Natuna.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, beberapa permasalahan yang diselesaikan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kelayakan operasional kapal ikan *purse seine* ditinjau dari daerah operasional penangkapan di Kepulauan Natuna?
2. Bagaimana kelayakan teknis kapal ikan *purse seine* dari perhitungan

stabilitas kapal jika dioperasikan di Kepulauan Natuna?

3. Bagaimana kelayakan teknis kapal ikan *purse seine* dari perhitungan seakeeping kapal jika dioperasikan di Kepulauan Natuna?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian yang dilaksanakan sebagai berikut:

1. Menganalisis kelayakan operasional kapal ikan *purse seine* ditinjau dari daerah operasional penangkapan di Kepulauan Natuna
2. Menganalisis kelayakan teknis kapal ikan *purse seine* ditinjau dari stabilitas kapal jika dioperasikan di Kepulauan Natuna
3. Menganalisis kelayakan teknis kapal ikan *purse seine* ditinjau dari seakeeping kapal jika dioperasikan di Kepulauan Natuna

1.4 Manfaat

Kegunaan dari penelitian yang dilaksanakan ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Mahasiswa/i
Sebagai ilmu pengetahuan dan informasi tentang pemodelan kapal dibantu *software* komputer untuk menilai kelayakan teknis kapal ikan beroperasi di suatu perairan.
2. Bagi *Stakeholder* (pemerintah dan non pemerintah)
Sebagai pertimbangan perhitungan tentang kelayakan teknis dan keselamatan kapal *purse seine* berdasarkan standar yang berlaku.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kepulauan Natuna

Kabupaten Natuna memiliki luas laut mencapai 99,24 persen dari total luas wilayahnya sehingga memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan.

Berdasarkan kajian identifikasi potensi sumberdaya kelautan dan ikan di Riau, pada tahun 2011 sebesar 504.212,85 ton/tahun atau sekitar 50 persen dari potensi WPP 711 sebesar 1.059.000 ton/tahun dengan hasil tangkapan yang diperbolehkan (80 persen potensi lestari) mencapai 403.370 ton. Komoditas perikanan potensial di wilayah Kabupaten Natuna terbagi menjadi dua kategori yaitu ikan pelagis dan ikan demersal (Dirjen Pengelolaan Ruang Laut, 2016).

Karakteristik tinggi gelombang pada sekitar kepulauan Perairan Laut Natuna atau zona teritorial rata-rata memiliki tinggi gelombang sedang yaitu antara 1,25 m sampai dengan 2,5 m. Pada zona teritorial perairan Natuna nelayan setempat baru dapat memanfaatkan potensi perikanan tangkapnya. Karena adanya keterbatasan teknologi penangkapan ikan seperti alat tangkap tradisional bubu dan pancing serta armada kapal yang digunakan hanya menggunakan penggerak motor yang kecil. Sedangkan pada Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) laut Natuna yang berbatasan langsung dengan laut Cina Selatan dapat mencapai sekitar 4 m (Purry et al., 2017).

2.2 Kapal Purse Seine

2.2.1. Deskripsi Kapal Perikanan

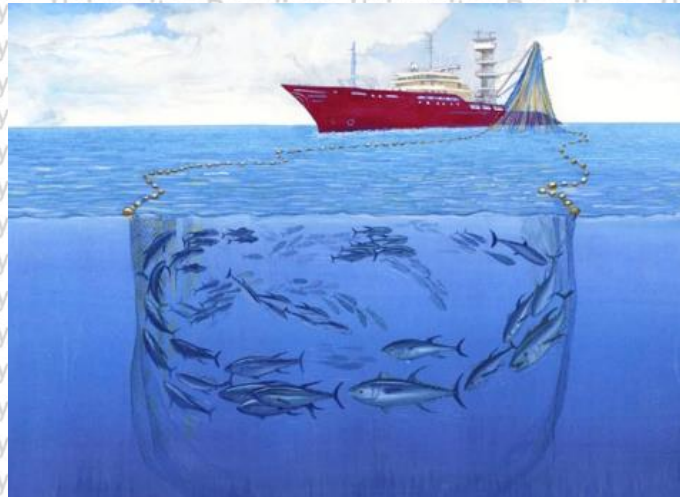
Kapal perikanan menjadi sarana apung untuk kegiatan penangkapan

sumberdaya perikanan, sehingga alat penangkapan ikan berfungsi terhadap bentuk konstruksi kapal perikanan. Secara garis besar, kapal perikanan terdiri dari kapal penangkap ikan dan kapal bukan penangkap ikan. Kapal penangkap ikan yang selanjutnya disebut kapal ikan sangat tergantung dari alat penangkap ikan yang dipergunakan, sehingga memengaruhi bentuk konstruksi kapalnya. Klasifikasi dan jenis kapal ikan disesuaikan dengan jenis alat penangkap ikan yang digunakan, seperti kapal pukut hela (*trawler*), kapal pukut tarik (*seiner*), kapal pukut cincin (*purse seiner*), kapal jaring insang (*gill netter*), kapal rawai (*longliner*), kapal pancing joran atau huhate (*pole and liner*) dan kapal pancing tonda (*Troller*) (Pamungkas R S, RB Mulyanto, 2012).

2.2.2. Alat Tangkap Pengoperasian

Pukat cincin merupakan salah satu jenis alat tangkap yang digunakan oleh nelayan skala kecil dan besar/industri untuk menangkap ikan pelagis kecil dan besar. Deskripsi Titik dua ini biasanya berupa jaring persegi panjang dengan pelampung terpasang di bagian atas, pemberat di bagian bawah, dilengkapi dengan titik dua, dan kantong yang disebut gulungan (Mahiswara et al., 2013).

Beberapa jenis ikan hasil tangkapan pukat cincin adalah kelompok ikan pelagis besar (ikan tuna, ikan cakalang dll) maupun pelagis kecil seperti ikan tembang, ikan layang, tenggiri (Jatmiko et al., 2020).



Gambar 1. Purse Seine

2.3. Permodelan Desain Kapal

2.3.1. Rencana Garis (*Lines Plan*)

Pada pemodelan desain kapal terdapat bagian rencana garis air (*Lines Plan*). Rencana Garis adalah rencana garis desain kapal yang diproyeksikan menjadi dua dimensi (Nurdin et al., 2016). Gambar ini terdiri dari beberapa garis yang menggambarkan lambung kapal sepanjang, melintang dan mendatar.

Terdapat 3 gambar dalam satu gambar denah garis, yaitu tampak depan (*line plan*), tampak samping (*profile*) dan tampak atas (*half breath plan*). Rencana garis digunakan sebagai acuan dasar dari pembuatan *general arrangement* (Putra, Pringgo Kusuma Dwi Noor Yadi, 2019).

2.3.2. Rencana Umum (*General Arrangement*)

General arrangement (rancangan umum) kapal berfokus pada desain dengan menyediakan tata letak akomodasi (*layout*), ruang di atas geladak, engine room dan elemen pendukung lainnya. Penataan ruangan yang baik akan memberikan keleluasaan bagi nelayan dalam bekerja di kapal, hal ini

juga mempengaruhi stabilitas dan keselamatan kerja di atas kapal. (Fyson, 1985).

2.3.3. Perangkat Lunak Permodelan Kapal

a.) *Maxsurf (freeware)*

Maxsurf for Academic adalah *software freeware* yang digunakan dalam mendesain sebuah model kapal yang terdapat pada *software* di dalam *maxsurf* antara lain: *hydromax*, *hull speed*, *seakeeper*, *workshop*, stabilitas dan *span*.

Software maxsurf sendiri digunakan untuk membuat *lines plan* dalam bentuk 3D.

Model kapal dapat dilihat potongan *station*, *buttock*, *shear*, dan 3D (Sarwoko & Santoso, 2019).

Aplikasi *Maxsurf* berfungsi untuk menganalisa perhitungan sebuah desain kapal dengan data yang telah dimasukkan dan diolah, sehingga dengan analisa data tersebut menjadi mudah untuk menciptakan sebuah kapal sesuai dengan kelayakan. Aplikasi *Maxsurf* terbagi menjadi beberapa bagian yaitu; *Maxsurf Modeler*, *Maxsurf Stability*, *Maxsurf Motion Advance* dan *Maxsurf Resistance*.

Beberapa fungsi pada program aplikasi ini yaitu membuat bentuk lambung yang seimbang, sesuai dengan persyaratan stabilitas, tahanan kapal, *seakeeping*, dan katahanan pada kekuatan kapal.

b.) *AutoCAD*

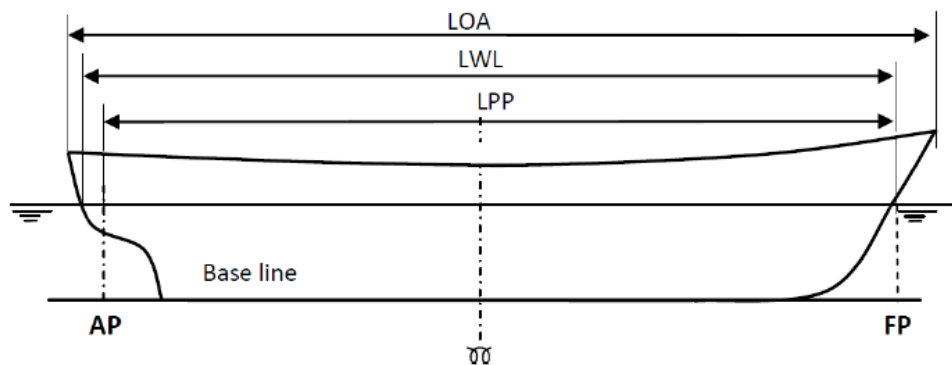
AutoCAD merupakan sebuah program yang biasa digunakan untuk tujuan tertentu dalam menggambar serta merancang dengan bantuan komputer dalam pembentukan model serta ukuran dua dan tiga dimensi.

Kelebihan *autocad* yaitu penggambaran cepat dan efisien, *fleksibel* dan praktis serta terdapat akurasi presisi yang seimbang. (Slotnick et al., 1989).

2.4 Dimensi Utama Kapal

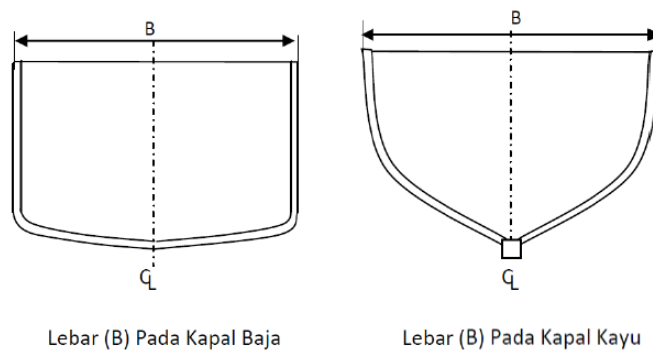
Menurut Fyson (1985), kapal perikanan mempunyai bentuk tiga dimensi dengan panjang (L), lebar (B), dan dalam (D) atau yang biasa disebut dengan dimensi utama (*main dimension*). Dimensi utama ini diperlukan untuk menentukan *volume*, kapasitas kapal, stabilitas serta perhitungan lainnya. Ukuran utama kapal sangat menentukan saat perancang kapal karena, ukuran utama tersebut banyak berkaitan dengan kecepatan dan daya laju yang baik saat beroperasi dilaut. Adapun definisi dari dimensi utama kapal adalah sebagai berikut:

- 1) Panjang kapal keseluruhan/*Length Over All* (LOA) adalah panjang keseluruhan kapal yang diukur secara horizontal antara ujung linggi haluan (terujung) dan linggi buritan (Gambar 2).
- 2) Panjang kapal antara garis tegak/*Length Between Perpendicular* (LPP, LBP) adalah panjang kapal yang diukur antara dua garis tegak, atau jarak horisontal antara garis tegak buritan (*After Perpendicular/AP*) dan garis tegak haluan (*Fore Perpendicular/FP*). (Gambar 2).
- 3) Panjang kapal garis air/*Length of Water Line* (LWL) adalah panjang yang diukur pada garis air muatan penuh, yaitu antara linggi haluan dan linggi buritan pada sarat air penuh. Untuk garis air yang berada di bawah muatan penuh tetap disebut sebagai LWL (Gambar 2).



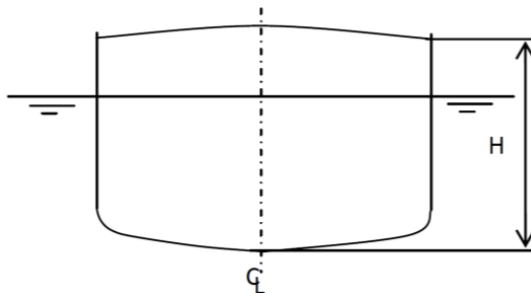
Gambar 2. Ukuran Panjang Kapal LOA, LBP/LPP, dan LWL (Sumber : Ronald, 2014)

4) Lebar kapal (*Breadth/B*) yaitu lebar terbesar kapal yang diukur pada bidang tengah atau *midship* kapal di antara dua sisi dalam kulit kapal (kapal baja atau kapal yang terbuat dari logam lainnya). Untuk kulit kapal yang terbuat dari kayu atau bahan non logam lainnya, maka diukur jarak dua sisi terluar kulit kapal (Gambar 3).



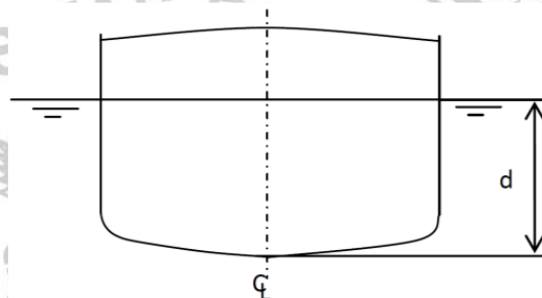
Gambar 3. Lebar Kapal (Sumber : Ronald, 2014)

5) Dalam kapal (*Depth/D*)
a. Dalam atau *D* (*depth*) adalah jarak vertikal yang diukur dari dek terendah kapal sampai titik terendah badan kapal (Gambar 4).



Gambar 4. Tinggi Kapal (Sumber : Ronald, 2014)

b. Sarat kapal atau *d (draft)* adalah jarak vertikal yang diukur dari garis air (*water line*) tertinggi sampai dengan titik terendah badan kapal (Gambar 5).



Gambar 5. Tinggi Sarat (Sumber : Ronald, 2014)

c. Lambung bebas (*freeboard*) adalah jarak vertikal/tegak yang diukur dari garis air (*water line*) tertinggi sampai dengan *sheer*.

2.5 Perbandingan Rasio Kapal

Tabel 1. Pedoman Rasio Kapal

Metode Operasi	Rasio Dimensi Utama		
	L/B	L/H	B/H
Encircling Gear	2.6 – 9.3	4.55 – 17.43	0.56 – 5
Towed/Dragged Gear	2.86 – 8.3	7.2 – 15.21	1.25 – 4.41
Static Gear	1.83 -11.12	4.58 – 17.28	0.96 – 4.68
Multipurpose Gear	2.88 – 9.42	8.69 – 17.15	0.53 – 6.09

Karakteristik dimensi utama kapal dapat dilihat dari perbandingan antara panjang dan lebar (L/B), perbandingan antara panjang dan dalam

(L/D) serta perbandingan antara lebar dan dalam (B/D). Pengukuran dimensi utama kapal dilakukan untuk mengetahui rasio dimensi utama kapal perikanan, dimana nilai dari perbandingan L/B, L/D dan B/D sangat penting dalam membuat atau mendesain kapal karena akan berpengaruh terhadap kekuatan, kecepatan dan stabilitas kapal perikanan (Apriliani et al, 2017).

Perbandingan dimensi utama dapat diketahui dengan perbandingan antara panjang dan lebar (L/B), panjang dan kedalaman (L/H), serta lebar dan kedalaman (B/H). Perhitungan rasio dimensi utama kapal yaitu untuk mengetahui karakteristik kapal tersebut dengan alat tangkap yang sebaiknya digunakan.

2.5.1 Rasio L/B

Nilai rasio L/B pada desain kapal digunakan untuk menganalisis olah gerak dan kecepatan suatu kapal. Semakin kecil nilai rasio L/B maka kapal memiliki olah gerak kapal yang baik dan berpengaruh pada kecepatan kapal yang mengakibatkan kecepatan lambat (Apriliani et al, 2017).

Pada harga L/B yang besar terutama sesuai untuk kapal-kapal dengan kecepatan yang tinggi dan mempunyai perbandingan ruangan yang baik, akan mengurangi kemampuan olah gerak kapal dan stabilitas kapal. Pada harga L/B yang kecil memberikan kemampuan stabilitas yang baik, tetapi akan menyebabkan penambahan tahanan kapal.

2.5.2 Rasio L/H

Menurut Apriliani et al (2017), nilai rasio L/H adalah kekuatan memanjang suatu kapal. Semakin membesar nilai rasio L/H, maka akan mengakibatkan kekuatan memanjang kapal melemah. Kekuatan memanjang kapal dibutuhkan agar kapal tetap kuat walaupun menghadapi

kondisi gelombang yang tinggi saat melingkarkan jaring pada daerah penangkapan ikan.

Perbandingan L/H terutama mempunyai pengaruh terhadap kekuatan memanjang kapal. Pada harga L/H yang besar akan mempunyai pengaruh terhadap kekuatan memanjang kapal, sebaliknya untuk harga L/H yang kecil akan menambah kekuatan memanjang kapal.

Oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) 2006, memberikan persyaratan L/H sebagai berikut:

- L/H = 14 disyaratkan untuk daerah pelayaran samudra
- L/H = 15 disyaratkan untuk daerah pelayaran pantai
- L/H = 17 diisyaratkan untuk daerah pelayaran lokal
- L/H = 18 diisyaratkan untuk daerah pelayaran terbatas

Menurut BKI 1996 Pelayaran pantai adalah pelayaran sepanjang pantai, bila jarak ke pelabuhan terdekat dan jarak dari pantai tidak melebihi 200 mil. Pelayaran lokal adalah pelayaran menyusur pantai, bila jarak pelabuhan terdekat dan jarak dari pantai tidak melebihi 50 mil. Pelayaran terbatas (tenang) adalah perairan dangkal, teluk atau perairan serupa di manakondisi lautnya tidak ganas. Sedangkan pelayaran samudera adalah pelayaran yang melintasi antara samudera.

2.5.3 Rasio B/H

Nilai rasio B/H merupakan nilai yang digunakan untuk menganalisa stabilitas dan kemampuan mendorong kapal. Semakin besar nilai rasio B/H maka stabilitas suatu kapal akan meningkat akan tetapi kemampuan mendorong akan berkurang. Mengecilnya nilai rasio B/H akan mengakibatkan stabilitas yang buruk tetapi propulsi stabilitasnya akan meningkat (Apriliani et al, 2017).

Perbandingan B/H mempunyai pengaruh terhadap stabilitas kapal.

Harga B/H yang rendah akan mengurangi stabilitas dan perbandingan B/H yang besar akan memiliki stabilitas yang baik.

2.6 Koefisien Bentuk Kapal

Tabel 2 Nilai koefisien bentuk kapal berdasarkan metode operasi di Indonesia

Metode Operasi	Koefisien Bentuk Kapal				
	Cb	Cw	Cp	Cv	Cm
Encircling Gear	0,56 – 0,67	0,78 – 0,88	0,60 – 0,79	0,68 – 0,86	0,84 – 0,96
Towed/Dragged Gear	0,40 – 0,60	0,66 – 0,77	0,51 – 0,62	0,60 – 0,85	0,69 – 0,98
Static Gear	0,39 – 0,70	0,65 – 0,85	0,56 – 0,80	0,53 – 0,82	0,63 – 0,91
Multipurpose Gear	-	-	-	-	-

(Sumber: Iskandar dan Pujiyati, 1995)

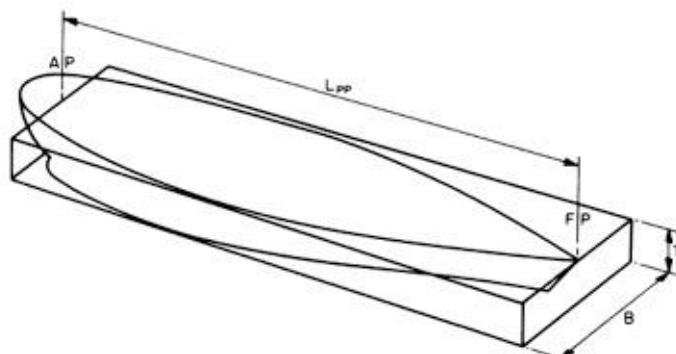
Tabel 3. Kisaran nilai koefisien bentuk berdasarkan metode operasi alat tangkap di beberapa daerah di Indonesia

Metode Operasi	Koefisien Bentuk Kapal				
	Cb	Cw	Cp	Cv	Cm
Encircling Gear	0,35 – 0,65	0,59 – 0,86	0,55 – 0,73	0,65 – 0,78	0,55 – 0,90
Towed/Dragged Gear	0,46 – 0,51	0,78 – 0,82	0,55 – 0,61	0,65	0,76 – 0,92
Static Gear	0,35 – 0,68	0,59 – 0,82	0,55 – 0,78	0,63 – 0,74	0,55 – 0,92
Multipurpose Gear	0,55	0,81	0,68	-	0,76

(Sumber: Ramadhani, 2004)

2.6.1 Coefficient Block (Cb)

Koefisien Balok adalah perbandingan antara volume badan kapal yang berada di bawah permukaan air dengan volume balok yang dibentuk oleh panjang, lebar dan tinggi balok. Koefisien balok juga dapat ditentukan dengan pertimbangan kecepatan kapal dimata untuk kapal cepat umumnya mempunyai Cb yang kecil dan sebaliknya, untuk kapal dengan kecepatan rendah mempunyai Cb yang besar (Santoso, 2009).



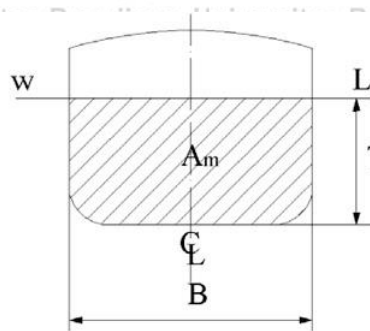
Gambar 6. Koefisien Blok

Dari harga C_b dapat dilihat apakah bentuk badan kapal mempunyai bentuk yang ramping atau gemuk. Pada umumnya kapal cepat mempunyai harga C_b yang rendah dan sebaliknya kapal-kapal lambat mempunyai harga C_b yang besar. Pada umumnya harga C_b berada antara 0,20 – 0,84, di mana batas terendah dijumpai pada kapal-kapal layar, sedangkan batas terbesar dijumpai pada kapal-kapal tanker dan kapal-kapal sungai.

2.6.2 Coefficient Midship (C_m)

Koefisien gading besar adalah perbandingan antara luas penampang gading besar yang berada di bawah permukaan air dengan luas empat persegi panjang yang dibentuk oleh lebar dan tinggi segi empat.

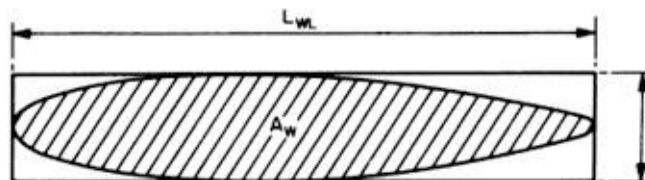
Tengah kapal merupakan penampang melintang kapal yang terbesar. Bentuk penampang melintang yang sama pada bagian panjang kapal dinamakan *parallel middle body*. Kapal yang memerlukan ruang muat yang besar harus mempunyai penampang tengah kapal yang cukup besar atau nilai C_m besar (Santoso, 2009).



Gambar 7. Koefisien Gading Besar

2.6.3 Coefficient Waterline (C_w)

Menurut Santoso (2009), koefisien garis air adalah perbandingan antara luas penampang garis air dengan luas empat persegi panjang yang dibentuk oleh panjang dan lebar segi empat. Kapal cepat mempunyai nilai C_w kecil dan bentuk garis air yang tajam, koefisien garis air mempunyai pengaruh terhadap jari-jari metacentre (MB).



Gambar 8. Koefisien garis air

2.6.4 Coefficient Prismatic (C_p)

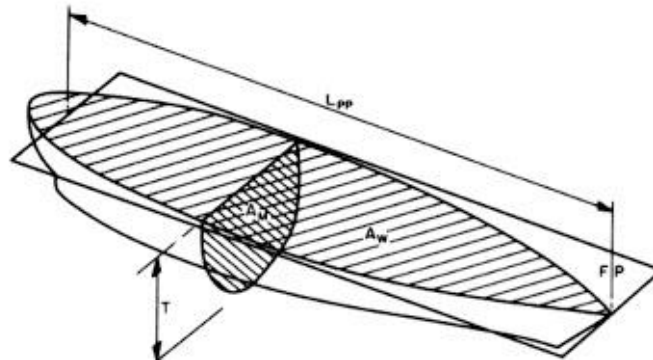
Menurut Santoso (2009), ada dua macam koefisien prismatic, yaitu:

1. Koefisien Prismatic Memanjang (*Longitudinal Prismatic Coefficient*)
2. Koefisien Prismatic Tegak (*Vertical Prismatic Coefficient*)

1. Longitudinal Prismatic Coefficient (C_p)

Koefisien prismatic tegak tidak sering dipergunakan dalam perhitungan kapal, tetapi koefisien prismatic memanjang yang seringkali digunakan dalam perhitungan kapal. Koefisien prismatic memanjang adalah perbandingan antara

volume kapal yang berada di bawah permukaan air dengan volume prisma yang dibentuk oleh luas penampang gading besar dan panjang prisma.

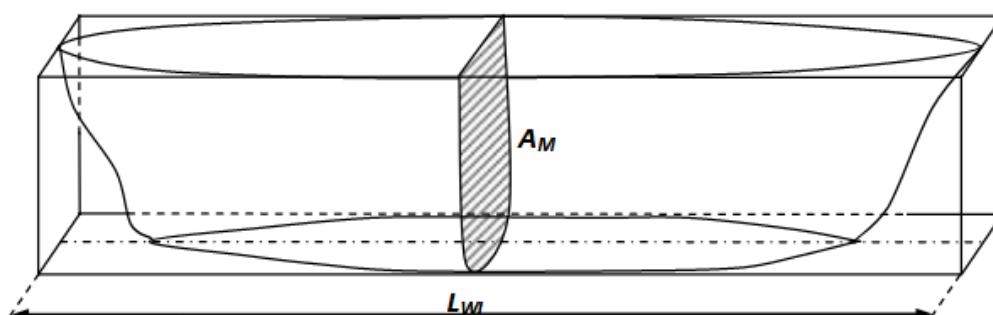


Gambar 9. Koefisien prismatic memanjang

Harga CP biasanya menunjukkan kelangsingan bentuk dari kapal. Harga CP pada umumnya antara 0,50 – 0,92

2. Vertical Prismatic Coefficient (C_v)

Koefisien prismatic tegak adalah perbandingan antara volume badan kapal yang berada di bawah permukaan air (volume karena) dengan volume prisma yang memiliki luas penampang garis air (WPA) dan tinggi sarat (T).



Gambar 10. Koefisien prismatic tegak

Jadi koefisien prismatik tegak sama dengan koefisien blok dibagi dengan koefisien garis air

2.7 Hidrostatik Kapal

Parameter *hidrostatik* merupakan nilai untuk melihat keragaan kapal di mana menggambarkan kondisi kapal di dalam air pada kondisi air tenang (*statis*) (Azis et al., 2017). Jadi, nilai *hidrostatik* adalah nilai yang memperhitungkan bentuk kapal di bawah permukaan air. Nilai ini merupakan nilai *statis* dan harus dipahami bahwa nilai *hidrostatik* dihitung pada kapal dengan kondisi *even keel* (lunas datar) dan garis air lurus. Nilai *hidrostatik* selanjutnya dihitung oleh perancangan kapal dan dibuat dalam bentuk kurva yang disediakan untuk operator kapal dan petugas kapal. Kurva ini biasa disebut kurva *hidrostatik*, kurva bentuk, *displacement*, dan kurva lainnya.

Kurva *hidrostatik* merupakan kurva yang menggambarkan sifat-sifat karakteristik badan kapal yang tercelup didalam air. Kurva hidrostatik digambar sampai sarat penuh dan tidak berlaku untuk kondisi kapal *trim*.

Komponen-komponen yang terdapat pada kurva *hidrostatik* adalah

1. Luar garis air (A_w)
2. Luas permukaan basah (WSA)
3. Luas bagian *midship* (MSA)
4. Letak titik berat garis air terhadap penampang tengah kapal
5. Letak titik tekan garis air terhadap penampang tengah kapal
6. Letak titik tekan garis air terhadap kell (KB)
7. Momen inersia melintang garis air (I)
8. Momen inersia memanjang garis air (I_L)
9. Letak metasenta melintang (KM)

10. Letak metasentra memanjang (KMI)
11. Koefisien blo (C_b)
12. Koefisien garis air (C_w)
13. Koefisien gading besar (C_m)
14. Koefisien primatik mendarat (C_p)
15. Ton per 1 centimeter (TPC)
16. Perubahan displasemen karena kapal mengalami *trim* buritan sebesar 1 centimeter (DDT)
17. Lengkung momen untuk mengubah *trim* 1 centimeter (MTC)

2.8 Stabilitas Kapal

Stabilitas kapal dapat diartikan sebagai kemampuan sebuah kapal untuk dapat kembali ke posisi semula (tegak) setelah menjadi miring akibat bekerjanya gaya dari luar maupun gaya dari dalam kapal tersebut atau setelah mengalami momen temporal.

Stabilitas adalah persyaratan utama desain setiap kapal. Terutama untuk kapal ikan karena harus selalu bekerja dengan beban stabilisasi yang berat.

Stabilitas awal pada kapal didapatkan berdasarkan sudut oleng antara 10-15 derajat. Stabilitas ini ditentukan oleh 3 titik berat yaitu; (*center of gravity*), titik apung (*center of buoyancy*), dan titik metasentra.

Proses Analisa stabilitas berdasarkan standar IMO (*International Maritime Organization*) yang mensyaratkan ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

1. Dari sudut 0 – 30 derajat

Luasan dibawah kurva stabilitas *static* (kurva GZ) harus tidak boleh kurang dari 3.15 m.radian.

2. Dari sudut 0 – 40 derajat

Luasan dibawah kurva stabilitas *statis* (kurva GZ) harus tidak boleh kurang dari 5.16 m.radian.

3. Dari sudut 30 – 40 derajat

Luasan dibawah kurva stabilitas *statis* (kurva GZ) harus tidak boleh kurang dari 1.719 m.radian.

4. Kurva GZ

Harus setidaknya 0.20 m pada sudut lebih dari sama dengan 30 derajat.

5. Nilai Maksimum

Kurva GZ tidak boleh kurang dari 25 derajat.

6. Tinggi Metesenta GM

Awal harus tidak boleh kurang dari 0.15 m.

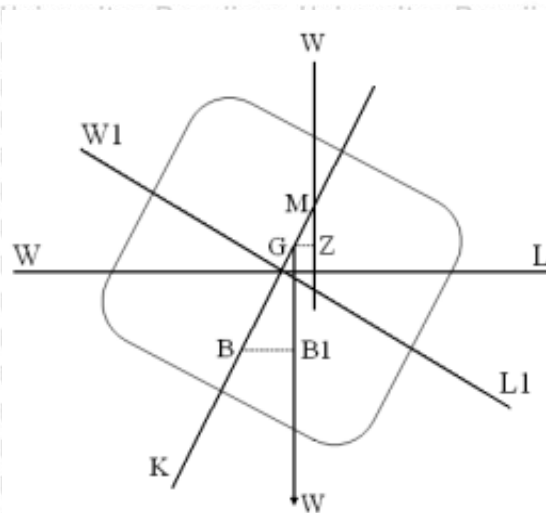
2.8.1 Macam-macam keseimbangan

Kondisi *equilibrium* pada kapal terbagi menjadi 3 kondisi yang berbeda.

Kondisi tersebut meliputi *stable equilibrium*, *neutral equilibrium*, dan *unstable equilibrium*.

- a) *Stable Equilibrium*

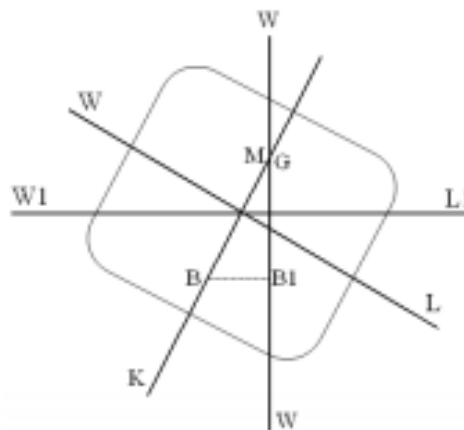
Stable equilibrium adalah kondisi suatu kapal agar dapat kembali ke posisi semula setelah terjadi olengan. Kondisi tersebut karena titik M (*Metacentre*) berada di atas titik G (*Gravity*), dengan kata lain kapal memiliki stabilitas yang positif. Lengan *kopel* (GZ) berhasil mengembalikan kapal ke posisi semula karena lengan *kopel* bergerak melawan arah dari kemiringan kapal (Gambar 11).



Gambar 11 Stable Equilibrium (Sari, 2010)

b) *Neutral equilibrium*

Neutral equilibrium adalah kondisi dimana kapal tidak berubah kemiringannya saat terjadi olengan pada kapal. Kondisi tersebut karena titik M berimpit dengan titik G dan tidak menghasilkan lengan *kopel* (GZ) (Gambar 12).

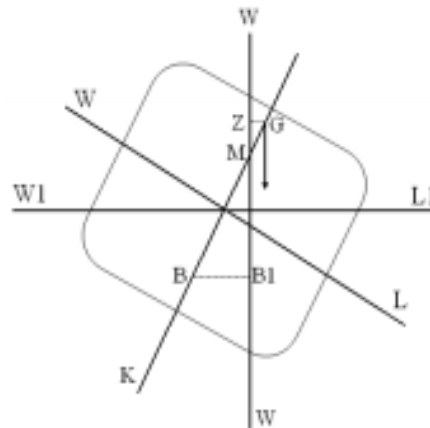


Gambar 12 Neutral Equilibrium

c) *Unstable equilibrium*

Unstable equilibrium adalah kondisi dimana kapal tidak dapat kembali

semula pada keadaan miring dan kapal akan terus bergerak ke arah kemiringan tersebut. Kondisi tersebut terjadi karena titik M berada di bawah titik G atau dapat dikatakan bahwa kapal memiliki stabilitas negatif (Gambar 13).



Gambar 13. Unstable equilibrium (Sari, 2010)

2.9 Seakeeping

Seakeeping adalah gerakan kapal yang dipengaruhi oleh gaya-gaya luar yang disebabkan oleh kondisi air laut (Manik et al., 2012). *Seakeeping* dibedakan menjadi 3 yaitu :

1. Heaving

Heaving adalah gerakan kapal yang sejajar sumbu Z dan saat terjadi *heaving* kapal mengalami naik turun secara vertikal.

2. Pitching

Pitching adalah gerakan kapal yang memutar sumbu Y, ketika terjadi *pitching* kapal mengalami perubahan *trim* bagian *bow* dan *stern* secara bergantian.

3. Rolling

Rolling adalah gerakan kapal yang mengelilingi sumbu X, ketika terjadi *rolling* bagian sisi kanan kapal bergerak ke sebelah bagian sisi kiri kapal

yang terulang secara bergantian.

Kriteria *seakeeping* untuk kapal penumpang menurut standar internasional (ISO 2631) mendefinisikan metode untuk estimasi *persentase* jumlah penumpang yang mengalami gejala *motion sickness* pada berbagai posisi di kapal untuk berbagai kriteria :

- 10% MSI setelah 8 jam
- 10% MSI setelah 2 jam
- 10% MSI setelah 30 menit

2.10 Operasional Kapal

Biaya Operasional kapal merupakan biaya yang dikeluarkan dalam suatu trip kapal perikanan yang didasarkan pada lamanya trip, BBM (Bahan Bakar Mesin), Perbekalan, Perawatan Kapal, Persediaan air tawar, media pendingin (es batu/ *refrigerator*) serta jumlah ABK (Anak Buah Kapal) yang ada. (Mulyatno et al., 2012).

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat, Waktu/Jadwal Pelaksanaan

Kegiatan Penelitian ini dilaksanakan secara daring dan luring selama bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Mei 2021 (Tabel 3) dengan bantuan informasi dari jurnal, *literature*, *website*, dan penelitian lapang di kabupaten pekalongan dan sumber lainnya yang berkaitan dengan topik penelitian.

Tabel 4. Jadwal Kegiatan

No	Januari				Februari				Maret				April				Mei			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Kegiatan																				

3.2 Alat dan Bahan

Tabel 5. Bahan dan Alat

3.3 Metode Penelitian

23

fenomena dengan menggunakan angka yang menggambarkan karakteristik subjek yang diteliti. Cara mendapatkan data dari metode deskriptif kuantitatif dengan melakukan observasi atau pengamatan di lapang terhadap objek yang dijadikan tujuan.

3.4 Sumber Data

Sumber data merupakan subyek dari mana data dapat diperoleh. Dalam pengerjaan penelitian ini data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder.

3.4.1 Data Primer

Data primer adalah data yang didapatkan secara langsung dari lapang/sumber data. Beberapa contoh data primer yaitu pembuatan kuisioner, observasi, wawancara, serta percobaan yang dilakukan secara langsung (Saifudin, 2018). Observasi atau pengamatan dilakukan dengan mencatat secara sistematis terhadap objek yang diteliti. Wawancara adalah suatu sesi tanya jawab secara lisan yang dilakukan oleh dua orang atau lebih yang bermaksud untuk mencapai tujuan tertentu. Kegunaan dari wawancara diantaranya untuk mendapatkan data yang akurat dan lengkap yang nantinya akan dilakukan pengujian hasil dari pengumpulan data. Sumber data primer dalam pengerjaan penelitian ini berasal dari pengamatan, pengukuran yang dilakukan digalangan kapal yang ada di Kabupaten Pekalongan.

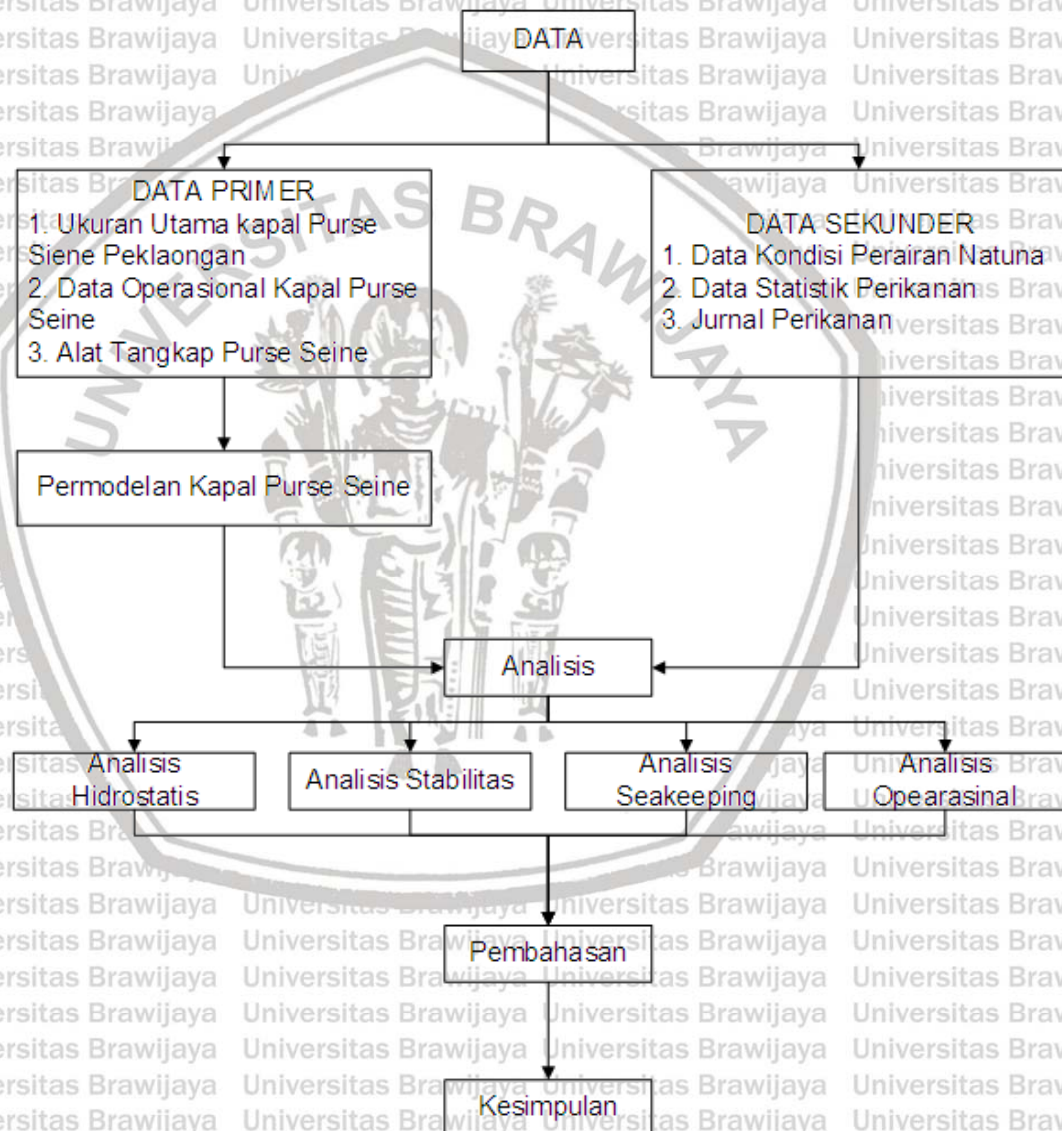
3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang sudah tersedia dan berasal dari sumber akurat seperti data dari *literatur*, jurnal maupun buku. Adapun keuntungan yang didapat dari penggunaan hasil data sekunder diantaranya data

berasal dari ahli dibidang tertentu dengan kelebihan seperti pada anggaran, sumberdaya, dan waktu. Data sekunder sering digunakan untuk melihat keadaan dari selang waktu tertentu. Data sekunder digunakan untuk membandingkan dengan data primer yang didapat.

3.5 Diagram Alir Prosedur Penelitian

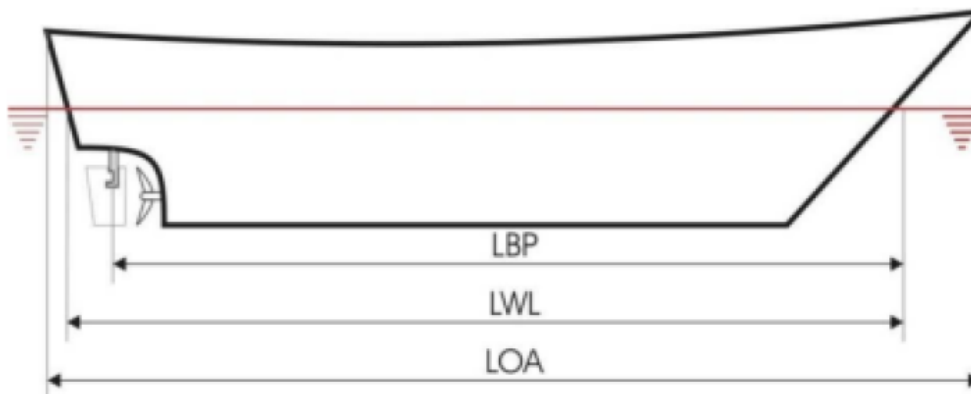
Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses penelitian ini yaitu;



Gambar 14. Diagram Proses Penelitian

3.6 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data yang dilakukan pada sampel kapal didapat melalui pengukuran secara langsung di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pekalongan dengan data penelitian berupa, pengukuran dimensi utama kapal. Pengukuran dimensi utama kapal (*principal dimension*), meliputi: (Gambar 10)



Gambar 15. Pengukuran Dimensi Panjang Kapal (Ronald, 2014)

- Mengukur LOA (*Length Over All*) atau L, yaitu pajang keseluruhan dari kapal yang diukur dari ujung *buritan* sampai keujung *haluan*.
- Mengukur LWL (*Length Water Line*), yaitu panjang garis air yang diukur dari perpotongan garis akhir pada garis tegak buritan.
- Mengukur LBP (*Length Between Perpendicullars*), yaitu panjang antara garis tegak depan (FP) dengan garis tegak belakang (AP) pada garis air (LWL).
- Mengukur BOA (*Breadth Over All*) atau B, yaitu lebar terbesar dari kapal yang diukur dari kulit lambung kapal disamping kiri sampai kulit lambung kapal sebelah kanan.

e) Mengukur H atau D (*Depth*), yaitu jarak tegak dari garis dasar sampai garis geladak yang terendah pada bagian tengah kapal.

f) Mengukur T atau d (*draft*), yaitu jarak *vertikal* antara garis air (*load water line*) atas pada garis air muat dengan garis dasar (*base line*).

3.7 Metode Permodelan Kapal

Teknik permodelan desain kapal dikerjakan dengan bantuan *software* Maxsurf dan AutoCAD. Data yang telah diperoleh berdasarkan pengukuran di lapangan, kemudian diolah dengan melakukan pemodelan 3D bentuk lambung dengan aplikasi Maxsurf Modeler. Dalam penelitian ini pemodelan atau penggambaran ulang desain kapal dihasilkan dari ukuran utama kapal yang diamati, sehingga hasil pemodelan serupa dengan kapal sampel yang diamati. Di maxsurf Modeler, pengerjaan design kapal berupa lines plan kapal, meliputi perspektif, section plan, dan body plan. Selain itu, hasil kerja pemodelan yang diperoleh pada maxsurf modeler muncul dalam bentuk perhitungan pengukur tekanan hidrostatik. Setelah memperoleh desain kapal, selanjutnya dilakukan desain tata letak ruang kapal dengan aplikasi *software* AutoCAD.

3.8 Metode Analisa Data

3.8.1 Analisa Hidrostatik

Parameter hidrostatik dapat dilihat dari model kapal yang dibuat di Maxsurf Modeler. Perhitungan parameter hidrostatik memungkinkan untuk menentukan nilai perpindahan dan faktor bentuk pada kapal. Nilai parameter hidrostatik dipengaruhi oleh tinggi sarat (*draft*) di kapal, semakin besar nilai muatan maka semakin besar pula nilai displacement pada kapal, karena volume yang terendam di air juga semakin besar. *Displacement* pada model kapal tersebut

menjadi acuan stabilitas kapal saat meletakkan menganalisis objek muatan pada kapal.

3.8.2 Analisa Kondisi Stabilitas

Aplikasi yang digunakan untuk menghitung stabilitas pada kapal pukat cincin (*purse seine*) yaitu *Maxsurf Stability*. Kelayakan yang digunakan untuk mengukur stabilitas tersebut mengacu pada peraturan yang ditetapkan oleh IMO pada tahun 1995. Kapal *purse seine* yang dianalisis nantinya diukur dalam 4 kondisi yang berbeda.

Stabilitas kapal terbagi menjadi 4 (empat) kondisi saat dianalisis, yaitu sebagai berikut:

- 1). Kondisi 1 (*Loadcase 1*) merupakan kondisi dengan muatan beban pada kapal yang didapat berdasarkan bahan keperluan sehari-hari yang digunakan di atas kapal atau komponen kapal itu sendiri dimana masih berstatus 100% karena belum adanya muatan ikan karena dalam keadaan berangkat dari pelabuhan ke *fishing ground*.
- 2). Kondisi 2 (*Loadcase 2*) muatan beban pada kapal yang didapat berdasarkan bahan keperluan sehari-hari yang digunakan di atas kapal atau komponen kapal itu sendiri berkapasitas 75% saat sampai di *fishing ground* namun, hasil tangkapan masih 0%.
- 3). Kondisi 3 (*Loadcase 3*) merupakan kondisi kapal dengan muatan beban pada kapal yang didapat berdasarkan bahan keperluan sehari-hari yang digunakan di atas kapal atau komponen kapal itu sendiri berkapasitas 50% saat melakukan operasi penangkapan di *fishing ground* dan hasil tangkapan sudah setengahnya atau 50%.

- 4). Kondisi 4 (Loadcase 4) merupakan kondisi kapal dengan muatan beban pada kapal yang didapat berdasarkan bahan keperluan sehari-hari yang digunakan di atas kapal atau komponen kapal itu sendiri berkapasitas 25% saat menuju ke pendaratan ikan dengan hasil tangkapan yang sudah penuh atau 100%.

3.8.3 Analisa SeaKeeping

Analisa dilakukan dengan aplikasi program *Maxsurf Motion Advance*. Tahap perhitungan *seakeeping* model kapal untuk mencari nilai *RAO Heaving, Pitching, Rolling, spektrum gelombang, spektrum respon* serta *RMS* kapal.

Pergerakan *heaving* dan *pitching* dianalisis dengan asumsi arah pergerakan kapal berlawanan dengan arah gelombang (*head seas*). Sementara analisis *rolling* kapal dilakukan dengan asumsi arah gelombang dari samping kapal (*beam seas*).

3.8.4 Analisa Operasional Kapal

Analisis operasional perhitungan kapal dilakukan untuk menentukan perkiraan biaya operasi dan pendapatan yang diperoleh selama pengoperasian kapal. Biaya pengoperasian dihitung dari perawatan, bahan bakar, bahan habis pakai (*consumable*), oli pelumas, air bersih, es curah, dan lainnya. Berdasarkan hasil perhitungan Biaya operasional diperoleh pendapatan yang berfungsi sebagai acuan kelayakan operasional kapal *Purse Seine* (Pukat Cincin). Analisa operasional dilakukan dengan mencari Pelabuhan perikanan yang dapat untuk berlabuh dan dekat dengan perairan natuna.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Penelitian

Kota Pekalongan ialah salah satu kota yang terdapat pada Provinsi Jawa Tengah dan terletak pada bagian utara pulau Jawa. Kota tersebut menjadi pengguna alat tangkap *purse seine* yang didominasi oleh nelayan PPN Pekalongan, tetapi juga masih terdapat alat tangkap yang lain meskipun jumlahnya tidak banyak.

Pada tahun 1974 PPN Pekalongan yang pada mulanya dikelola oleh dinas perhubungan diserahkan kepada dinas perikanan (Direktorat Jendral Perikanan) dan statusnya berubah menjadi Pelabuhan khusus perikanan. Setelah itu Pemerintah melalui Dirjen Perikanan melakukan pembangunan sarana dan prasarana operasional Pelabuhan Perikanan dan berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian nomor : 310/Kpts/Org/5/1978 tanggal 28 Mei 1978 resmi menjadi Unit Pelaksana Teknis (UPT) Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan. Berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan nomor : KEP.26.I/MEN/2001 tanggal 1 Juni 2001, PPN Pekalongan merupakan UPT Departemen Kelautan dan Perikanan dibidang Prasarana Perikanan yang berada dan bertanggung jawab kepada Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap.

4.2 Kapal Purse Seine Pekalongan

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, kapal *purse seine* PPN Pekalongan yang beroperasi di selat makasar memiliki ukuran GT rata-rata lebih dari 30 GT. Bentuk lambung kapal merupakan gabungan dari huruf "V" dan "U",

bentuk lambung kapal "V" terdapat pada bagian depan kapal atau haluan, sehingga dapat dengan mudah memotong gelombang air, bentuk "U" ada di bagian belakang kapal atau di buritan, karena itu kapal memiliki stabilitas ideal setelah diisi muatan.

Bentuk lambung "U" dari kapal penelitian ini cukup besar. Buritan memiliki stabilitas yang baik dan muatan yang tinggi, tetapi memiliki tahanan yang tinggi dan oleh karena itu membutuhkan tenaga mesin cukup besar. Bentuk lambung "V" dari kapal penelitian dapat dianggap cukup. Haluan kapal masih memiliki kemampuan menembus gelombang air, sehingga kapal dapat bergerak dengan cepat.

Kapal purse seine di Pekalongan rata-rata menggunakan pendingin refrigerasi dengan besar daya mesin 300 pk pada palka ikan untuk menjaga kondisi ikan agar tetap segar. Media pendingin / media refrigerasi biasanya menggunakan media freon R-22 dan R-507a. Suhu yang digunakan untuk mendinginkan ikan untuk trip pendek sebesar -5 celcius, sedangkan untuk trip panjang atau lama sebesar -20 hingga -40 celcius. Alat tangkap yang digunakan menggunakan purse seine atau pukat cincin yang memiliki mesh size 1 inchi dan memiliki panjang 350 meter. Kapal ini memiliki 10 palka ikan dengan daya tampung palka ikan sebesar 55 ton.

Kapal ini menggunakan mesin Nissan RE 8 dengan daya 300pk. Hal ini dirasa telalu besar karena bisanya daya mesin yang digunakan memiliki perbandingan 3:1 dengan ukuran GT kapal. Jika daya mesin yang digunakan terlalu besar dapat menyebabkan kurang efisiennya penggunaan bahan bakar, dapa menyebabkan sambungan-sambungan kapal menjadi longgar dan dapat membuat getaran pada kapal.



Gambar 16. Kapal Bintang Mas Kartika

4.3 Hasil Pengukuran Kapal Purse Seine

Tonase kotor kapal perikanan dengan alat tangkap *purse seine* pada PPN Pekalongan yang diteliti adalah kapal yang memiliki tonase kotor diatas 30 GT.

Sesuai dengan PERMEN KP No 71 tahun 2016 mengenai besar kapal yang diperbolehkan untuk digunakan pada laut natuna yaitu WPPNRI 711 berdasarkan alat tangkap yang digunakan. Pengukuran kapal ini di lakukan dengan mengukur kapal Bintang Mas Kartika milik Bapak Hartono yang berbahan kayu. Kapal ini memiliki ukuran 85 GT. Data ukuran utama kapal ini nantinya digunakan sebagai untuk dasar dalam pembuatan model kapal dengan bantuan aplikasi *software Maxsurf Modeller Advanced*. Berikut merupakan hasil pengukuran kapal purse seine Bintang Mas Kartika:

Length Of All (LOA) = 24 m

B (Breadth) = 6 m

Height (H) = 4,5 m

Sarat air (T) = 2 m

Kecepatan Kapal = 10 Knot

4.4 Karakteristik Bentuk Kapal

4.4.1 Rasio L/B

Perbandingan L/B yang besar terutama sesuai untuk kapal dengan kecepatan tinggi dan mempunyai perbandingan ruang yang baik tetapi mengurangi kemampuan olahgerak kapal dan mengurangi pula stabilitas yang baik, tetapi dapat juga menambah tahanan kapal. Perbandingan nilai L/B untuk kapal *purse seine* adalah 2.60-9.30. Sedangkan nilai yang didapatkan adalah 3,53.

4.4.2 Rasio L/D

Perbandingan L/D mempengaruhi kekuatan memanjang kapal sehingga dapat mempengaruhi manuver kapal dan ketahanan kapal terhadap gelombang. Untuk harga L/D yang besar mengurangi kekuatan memanjang kapal, sebaliknya untuk harga L/D yang kecil menambah kekuatan memanjang kapal. Perbandingan nilai L/B untuk kapal *purse seine* adalah 4.55-17.45. Sedangkan nilai yang didapatkan adalah 12.

4.4.3 Rasio B/D

Perbandingan B/D, terutama mempunyai pengaruh pada stabilitas kapal, sebaliknya harga B/D yang rendah mengurangi stabilitas kapal. Perbandingan nilai L/B untuk kapal *purse seine* adalah 0.56-5.00. Sedangkan nilai yang didapatkan adalah 3,4. Dengan nilai yang didapatkan berdasarkan penggolongan kapal berdasarkan metode pengkapannya merujuk pada artikel Iskandar dan Pujiyati (1995), KM Bintang Mas Kartika tergolong dalam kapal dengan metode penangkapan *Encircling Gear*.

4.5 Desain Kapal Menggunakan Perangkat Lunak

4.5.1 Permodealan 3D Kapal

Kapal purse seine Pekalongan didesain menggunakan aplikasi *Maxsurf*

Modeler agar kapal tersebut dapat dibuat secara 3D. Dimensi utama dan tabel

offset yang sudah diketahui dapat dimasukkan ke dalam data analisis aplikasi

Maxsurf Modeler. Kapal yang dimodelkan pada aplikasi tersebut adalah KM

Bintang Mas Kartika. Setiap kapal yang menjadi sampel memiliki karakteristik

dan jenis yang sama, maka dari itu untuk memodelkan kapal secara 3D cukup

mengambil salah satu kapal yang menjadi sampel. KM Bintang Mas Kartika

memiliki ukuran dimensi utama sebagai berikut, yaitu LOA (*Length Over All*) 24

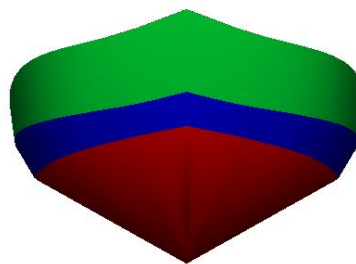
m, Bmax (*Breadth max*) 6,8 m, dan *Depth* 4,5 m serta sarat air 2 m. Pembuatan

kapal secara 3D dibantu dengan berbagai sudut pandang agar memudahkan

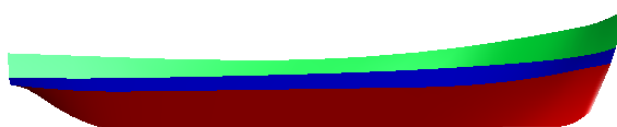
pengerjaan secara spesifik, yaitu *profile view*, *breadth plan view*, dan *body plan*

view. Kapal yang sudah terbentuk dari koordinat tabel *offset* tersebut kemudian

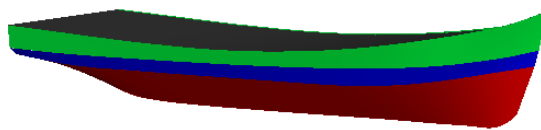
dilakukan *rendering* untuk memperlihatkan permukaan lambung kapal tersebut



Gambar 17. Model 3D Kapal Bintang Mas Kartika Tampak Depan



Gambar 18. Model 3D Kapal Bintang Mas Kartika Tampak Samping



Gambar 19. Model 3D Kapal Bintang Mas Kartika

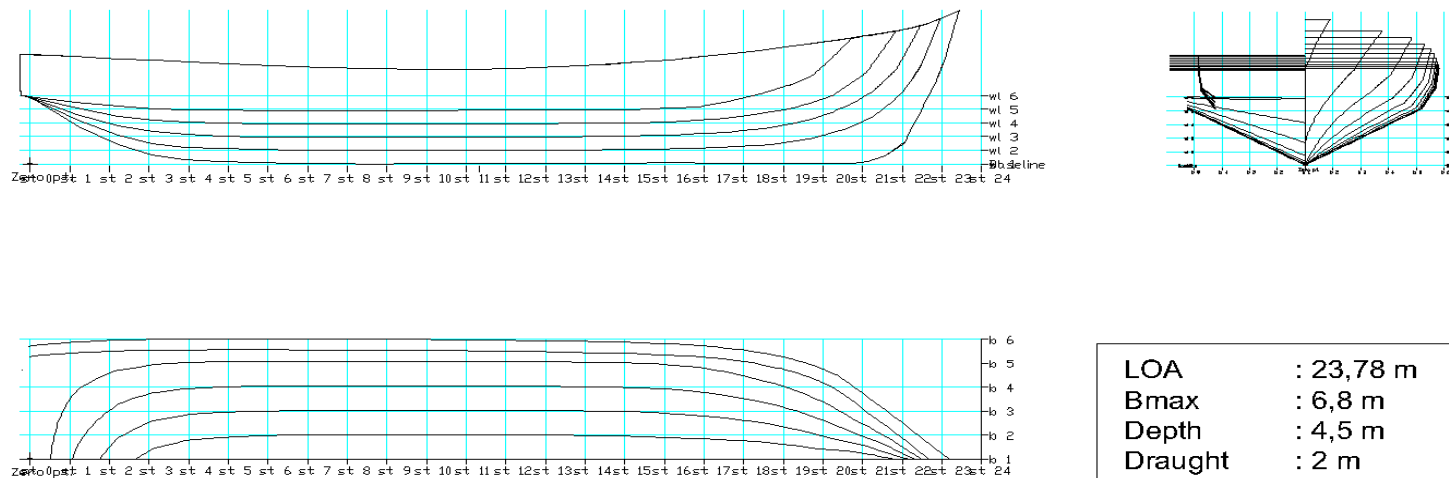
4.5.2 Rencana Garis (*Lines Plan*) Kapal *Purse Seine* Pekalongan

Rencana garis kapal berfungsi sebagai model rancangan kapal pada setiap bagian. Rencana garis kapal tersebut terbagi menjadi 3 (tiga) sudut pandang, yaitu *profile view*, *half breadth plan view*, dan *body plan view*. Rencana garis kapal tersebut didapatkan dari hasil permodelan kapal secara 3D yang dilakukan pada aplikasi *Maxsurf Modeler*, setelah dilakukan permodelan maka desain kapal tersebut dilakukan *export* ke dalam aplikasi *AutoCAD* dalam bentuk format DXF. Berikut adalah rencana garis KM Bintang Mas Kartika

4.5.3 Rencana Umum (*General Arrangement*)

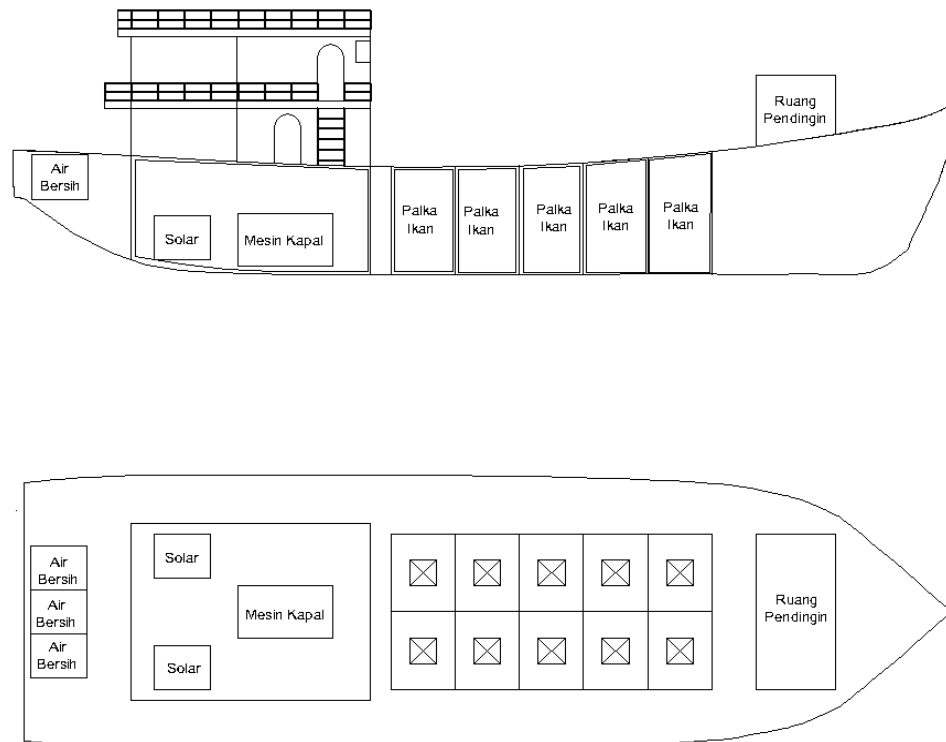
Rencana umum pada kapal berfungsi sebagai sarana informasi tata letak suatu beban yang berada di bawah geladak dan di atas geladak kapal. Tata letak beban pada kapal tersebut dibantu dengan 2 (dua) sudut pandang yang berbeda, yaitu *profile view* dan *breadth view*. Informasi tata letak beban pada rancangan umum berfungsi juga sebagai tolak ukur pengukuran stabilitas saat ingin diuji. Berikut adalah rencana umum KM Bintang Mas Kartika.

Rencana Garis Kapal Bintang Mas Kartika



Gambar 20. Rencana garis Kapal Bintang Mas Kartika

Rencana Umum Kapal Bintang Mas Kartika

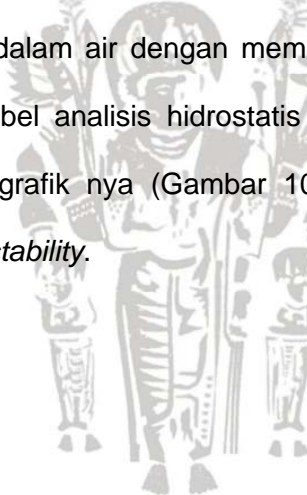


Gambar 21. Rencana Umum Kapal Bintang Mas Kartika

4.6 Analisa Teknis Kelayakan Kapal

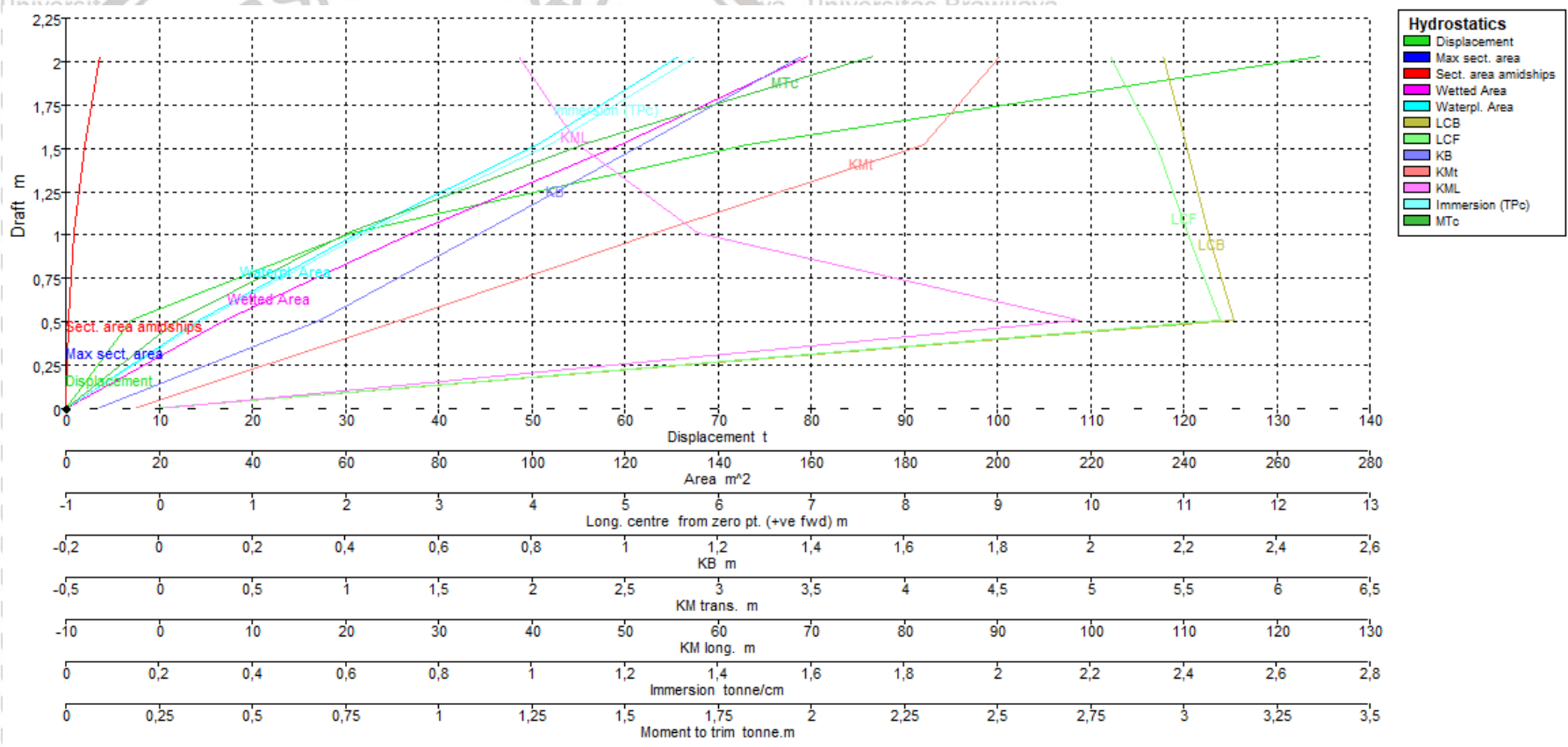
4.6.1 Analisis Hidrostatik Kapal

Analisis parameter hidrostatik kapal berfungsi untuk mengetahui perhitungan kondisi kapal saat direndam ke dalam air tenang. Parameter tersebut jika sudah diketahui maka lebih mudah untuk mendefinisikan sebuah karakteristik pada kapal yang dianalisis. Faktor utama yang menjadi rujukan dalam perhitungan analisis hidrostatik ialah tinggi sarat kapal tersebut. Tinggi rendah nya sarat kapal menentukan nilai-nilai hidrostatik kapal yang semakin tinggi sarat nya maka hasil dari analisis hidrostatik tersebut juga semakin besar dan begitu juga sebaliknya. Parameter yang dihasilkan dari analisis hidrostatik berupa *displacement* salah satu nya, yaitu ukuran massa suatu objek yang direndamkan ke dalam air dengan memperhatikan massa jenis fluida tersebut. Berikut adalah tabel analisis hidrostatik (Tabel 6) pada setiap tinggi sarat air tertentu beserta grafik nya (Gambar 10) yang sudah dihitung menggunakan aplikasi *Maxsurf stability*.



Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya Universitas Brawijaya

Draft A Midship	0	0.507	1.015	1.523	2,030
Displacement t	0,0000	7,004	30,65	73,15	134,7
Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	0,000	0,507	1,015	1,523	2,030
Draft at AP m	0,000	0,507	1,015	1,523	2,030
Draft at LCF m	0,000	0,507	1,015	1,523	2,030
Trim (+ve by stern) m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
WL Length m	0,000	19,56	20,85	21,828	22,901
Beam max extents on WL m	0,000	1,815	3,630	5,448	6,435
Wetted Area m^2	0,000	34,12	74,40	119,11	159,38
Waterpl. Area m^2	0,000	28,67	62,80	101,44	131,76
Prismatic coeff. (Cp)	0,000	0,758	0,778	0,789	0,795
Block coeff. (Cb)	0,000	0,379	0,389	0,394	0,439
Max Sect. area coeff. (Cm)		0,500	0,500	0,500	0,554
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,000	0,808	0,830	0,853	0,894
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	-0,095	11,54	11,26	11,034	10,778
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	-0,095	11,38	11,04	10,707	10,211
KB m	-0,132	0,346	0,691	1,038	1,380
KG m	2,030	2,030	2,030	2,030	2,030
BMt m	0,000	0,952	1,971	3,069	3,131
BML m	0,000	98,38	57,17	44,018	37,169
GMt m	-2,162	-0,732	0,631	2,077	2,482
GML m	-2,162	96,69	55,83	43,026	36,519
KMt m	-0,132	1,298	2,661	4,107	4,512
KML m	-0,132	98,72	57,86	45,056	38,549
Immersion (TPC) tonne/cm	0,000	0,294	0,644	1,040	1,351
MTc tonne.m	0,000	0,299	0,755	1,388	2,169
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	0,000	-0,089	0,338	2,652	5,833
Max deck inclination deg	0,0000	0,000	0,000	0,0000	0,0000
Trim angle (+ve by stern) deg	0,0000	0,000	0,000	0,0000	0,0000



Gambar 22. Grafik Parameter Hidrostatik

Tabel dan grafik yang telah dilampirkan di atas ialah hasil perhitungan analisis hidrostatik pada setiap ketinggian sarat tertentu. Hasil analisis tersebut dapat mengetahui *ton displacement* dan hubungannya dengan parameter hidrostatik yang lain pada setiap ketinggian sarat air. Setiap kenaikan pada ketinggian sarat air, maka *ton displacement* tersebut juga semakin berat karena volume kapal yang terendam juga semakin dalam. Nilai *ton displacement* yang didapatkan adalah 134,7 ton pada ketinggian sarat air 2,030 m, nilai tersebut dihasilkan ketika kapal memiliki muatan yang penuh. Luas area pada kapal tersebut juga diperlihatkan pada setiap ketinggian sarat air, semakin dalam ketinggian sarat air tersebut maka semakin luas juga area kapal yang terendam. Nilai luas area yang terendam dapat dilihat pada bagian *wetted area*, pada kondisi kapal bermuatan penuh didapatkan nilai sebesar 159,387 m².

Tabel 7. Koefisien bentuk rujukan artikel (Ramadhani, 2004)

Metode Operasi	Rasio Dimensi Utama				
	Cb	Cw	Cp	Cv	Cm
<i>Encircling Gear</i>	0,35 – 0,65	0,59 – 0,86	0,55 – 0,73	0,65 – 0,78	0,55 – 0,90
<i>Towed/dragged Gear</i>	0,46 – 0,51	0,78 – 0,82	0,55 – 0,61	0,65	0,76 – 0,92
<i>Static Gear</i>	0,35 – 0,68	0,59 – 0,82	0,55 – 0,78	0,63 – 0,74	0,55 – 0,92
<i>Multipurpose Gear</i>	0,55	0,81	0,68	-	0,76

Tabel di atas menjadi rujukan suatu kapal perikanan yang memiliki koefisien bentuk yang optimal (Tabel 14). Nilai Cb yang dimiliki KM Bintang Mas Kartika adalah 0.44, Nilai Cb kapal tersebut memiliki nilai yang kecil, maka kapal tersebut memiliki kecepatan yang tinggi. Semakin besar nilai Cb nya mendekati nilai angka 1 (satu), maka bentuk kapal tersebut semakin menyerupai balok. Nilai

Cm KM Bintang Mas Kartika adalah 0.6. Nilai yang hampir tidak ada selisihnya tersebut dikarenakan ketinggian sarat air pada bagian penampang tengah kapal yang paling besar memiliki ketinggian sarat yang sama. Hasil perhitungan nilai Cm tersebut mengartikan bahwa penampang tengah kapal tersebut memiliki luasan yang besar, maka dari itu kapal tersebut dapat menampung muatan yang lebih banyak. Nilai Cw yang dimiliki KM Bintang Mas Kartika adalah 0.8. Nilai tersebut dapat disimpulkan dengan nilai Cm yang sudah disebutkan sebelumnya.

Besar nya nilai tersebut mempengaruhi daya dorong kapal saat menghadapi ombak, semakin besar nilai Cw yang mendekati nilai angka 1 (satu) maka semakin sulit menerjang ombak perairan. Nilai Cw yang dimiliki KM Bintang Mas Kartika cukup besar karena kapal tersebut harus memiliki daya tampung yang cukup besar, walaupun kapal tersebut memiliki Cw yang besar tetapi masih dapat memotong ombak dengan daya yang minimal. Nilai Cp yang dihasil oleh KM Bintang Mas Kartika dihasilkan nilai sebesar 0.7. Nilai Cp yang besar menghasilkan tahanan kapal yang besar, nilai Cp pada KM Bintang Mas Kartika memiliki nilai tahanan yang cukup.

Kesimpulan yang dapat dihasilkan dari tabel analisis tersebut jika dirujuk dengan tabel acuan kapal perikanan, maka KM Bintang Mas Kartika memiliki kecepatan yang tinggi, daya muat yang cukup, daya dorong yang cukup, dan tahanan kapal yang minimal. Nilai tersebut jika dibandingkan dengan tabel rujukan mempunyai hasil yang optimal dengan selisih nilai yang sangat kecil.

4.6.2 Analisa Stabilitas Kapal

Stabilitas kapal adalah kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan semula setelah mendapatkan gaya dari luar. Proses perhitungan stabilitas kapal ini harus mengikuti *Marine Authority* seperti *International Maritime Organisation*

(IMO). Proses ini dibantu software *Maxsurf Stability* dengan standar IMO (*International Maritime Organization*) Code A.749(18) Ch 3 - *design criteria applicable to all ships*.

1. Kondisi muatan kapal saat di pelabuhan (*Loadcase 1*)

a.) Distribusi muatan

Muatan Kapal Bintang Mas Kartika pada saat sedang di pelabuhan masih berisi perbekalan yang dibutuhkan saat berlayar. Perbekalan tersebut didistribusikan agar stabilitas kapal tersebut optimal. Bagian belakang kapal diberi muatan lebih banyak agar saat kapal sudah menampung hasil tangkapan ikan dapat menghasilkan stabilitas yang optimal. Perbekalan yang dibutuhkan ialah seperti BBM solar, air bersih, dan makanan minuman sehari-hari. Kuantitas perbekalan tersebut masih berkapasitas 100%. Distribusi muatan pada *loadcase 1* dapat dilihat pada tabel berikut:



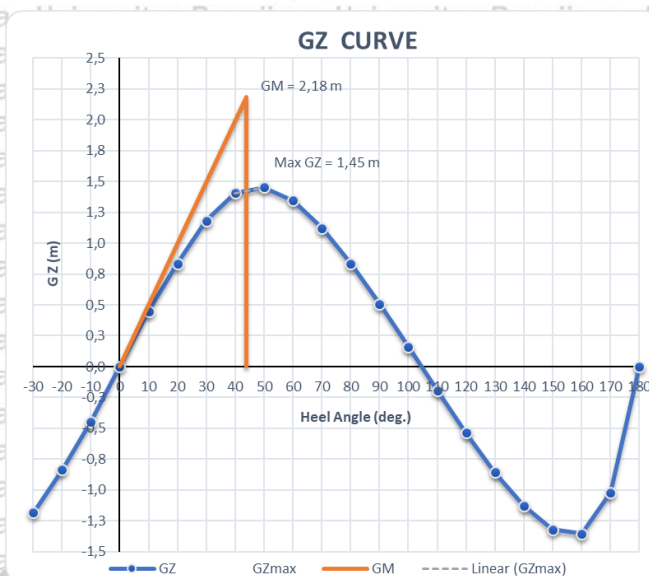
Tabel 8. Distribusi muatan Loadcase 1 Kapal Bintang Mas Kartika

Nama Muatan	Jumlah	Berat (Ton)	Titik Gravitasi Muatan		
			LCG	TCG	VCG
Lightship	1	40,410	9,000	0,000	1,380
Tangki Air Bersih	100%	1,924	0,893	1,190	2,577
1 Tangki Air Bersih	100%	1,924	0,893	0,000	2,577
2 Tangki Air Bersih	100%	1,924	0,893	-1,190	2,577
3 Tangki Air Bersih	100%	1,176	4,263	1,416	1,227
Tangki BBM 1	100%	1,176	4,263	-1,416	1,227
Tangki BBM 2	1	0,900	6,800	0,000	0,950
Main Engine	34	2,380	5,950	0,000	5,560
ABK	0%	0,000	9,683	0,000	0,000
Palka 1	0%	0,000	9,683	0,000	0,000
Palka 2	0%	0,000	11,311	0,000	0,002
Palka 3	0%	0,000	11,311	0,000	0,002
Palka 4	0%	0,000	12,970	0,000	0,008
Palka 5	0%	0,000	12,970	0,000	0,008
Palka 6	0%	0,000	14,650	0,000	0,022
Palka 7	0%	0,000	14,650	0,000	0,022
Palka 8	0%	0,000	17,990	0,000	0,017
Palka 9	0%	0,000	17,990	0,000	0,017
Palka 10	Berat Total=		LCG =	TCG =	VCG =
	51.812		7,704	0,000	1,691

b.) Kurva stabilitas

Kurva stabilitas pada *loadcase* 1 memberikan informasi tentang lengan balik (GZ) dari sudut oleng 0° sampai dengan 180° dari hasil perhitungan *large angle stability* yang dibantu dengan perangkat lunak *maxsurf stability*. Hasil yang didapatkan dari perhitungan tersebut didapatkan tinggi *metacentre* (GM) adalah 2.844 m dan maksimal lengan balik (GZ) adalah 1.456 m pada sudut oleng 48.2°.

Jika kapal sudah melebihi sudut oleng 104.254° maka kapal tersebut memiliki stabilitas negatif dan mustahil untuk kembali ke posisi semula (Gambar 20).



Gambar 23. Kurva stabilitas (GZ) loadcase 1 Bintang Mas Kartika

c.) Kriteria stabilitas

Kriteria stabilitas kapal yang digunakan pada penelitian ini menggunakan standarisasi menurut IMO (1995). Berdasarkan kriteria tersebut, pada kondisi kapal berangkat (*loadcase 1*) memiliki kriteria nilai yang mencukupi. Nilai keseluruhan yang didapatkan dari hasil analisis tersebut sudah cukup signifikan dari nilai minimal kriteria tersebut (Tabel 9).

Tabel 9. Kriteria stabilitas *loadcase 1* berdasarkan IMO (1995)

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	18,8718	Pass	+498,86
	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	31,9470	Pass	+519,54
	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	13,0751	Pass	+660,67
	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	1,456	Pass	+628,00
	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	48,2	Pass	+92,73

3.1.2.4: Initial
GMt

0,150 m

2,844

Pass

+1796,00



2. Kondisi muatan kapal saat berlayar ke *fishing ground* (Loadcase 2)

a.) Distribusi muatan

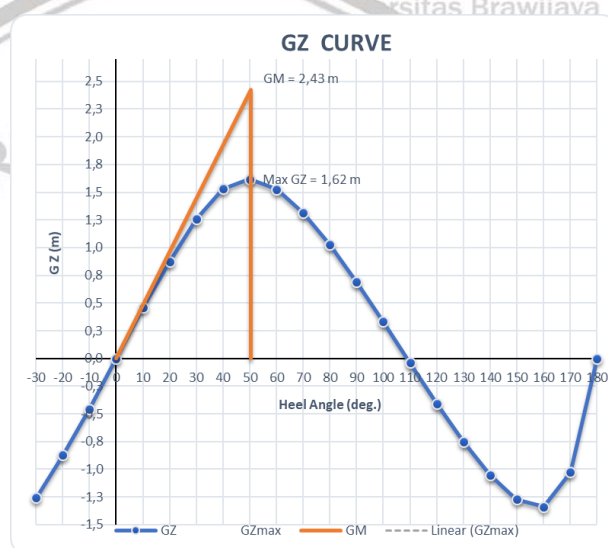
Muatan Kapal Bintang Mas Kartika yang sedang berlayar ke *fishing ground* masih berisi perbekalan yang terdapat pada *loadcase* 1. Perbedaannya dengan *loadcase* 2 ialah kuantitas muatan tersebut berkurang karena kapal yang berlayar. Mesin induk tentunya membutuhkan bahan bakar setiap jarak yang ditempuh, begitu juga dengan kapasitas air bersih. Perbekalan tersebut sudah mencapai 75%. Berikut adalah tabel distribusi muatan (Tabel 10).

Tabel 10. Distribusi muatan loadcase 2 Kapal Bintang Mas Kartika

Nama Muatan	Jumlah	Berat (Ton)	Titik Gravitasi Muatan		
			LCG	TCG	VCG
Lightship	1	40,410	9,000	0,000	1,380
Tangki Air Bersih 1	75%	1,443	0,887	1,190	2,433
Tangki Air Bersih 2	75%	1,443	0,887	0,000	2,433
Tangki Air Bersih 3	75%	1,443	0,887	-1,190	2,433
Tangki BBM 1	75%	0,882	4,243	1,386	1,133
Tangki BBM 2	75%	0,882	4,243	-1,386	1,133
Main Engine	34	2,380	6,800	0,000	0,950
ABK	1	0,900	5,950	0,000	5,560
Palka 1	0%	0,000	9,610	0,000	0,000
Palka 2	0%	0,000	9,610	0,000	0,000
Palka 3	0%	0,000	11,290	0,000	0,002
Palka 4	0%	0,000	11,290	0,000	0,002
Palka 5	0%	0,000	12,970	0,000	0,008
Palka 6	0%	0,000	12,970	0,000	0,008
Palka 7	0%	0,000	14,650	0,000	0,022
Palka 8	0%	0,000	14,650	0,000	0,022
Palka 9	0%	0,000	16,330	0,000	0,017
Palka 10	0%	0,000	16,330	0,000	0,017
Berat Total=		49,782	LCG = 7,966	TCG = 0,000	VCG = 1,518

b.) Kurva stabilitas

Kurva stabilitas pada *loadcase* 2 memberikan informasi tentang kondisi stabilitas kapal saat sedang menuju ke *fishing ground*. Hasil yang didapatkan dari perhitungan tersebut didapatkan tinggi *metacentre* (GM) adalah 2.764 m dan maksimal lengan balik (GZ) adalah 1.518 m pada sudut oleng 50°. Jika kapal sudah melebihi sudut oleng 108.867° maka kapal tersebut memiliki stabilitas negatif dan mustahil untuk kembali ke posisi semula (Gambar 21).



Gambar 24. Kurva stabilitas (GZ) *loadcase* 2 Kapal Bintang Mas Kartika

c.) Kriteria stabilitas

Hasil yang didapatkan pada analisis *loadcase* 2 tidak berbeda jauh dengan *loadcase* sebelumnya. Berdasarkan kriteria tersebut, pada kondisi sudah sampai di *fishing ground* memiliki kriteria nilai yang mencukupi bahkan melebihi. Nilai keseluruhan yang didapatkan dari hasil analisis tersebut sudah cukup signifikan dari nilai minimal kriteria tersebut (Tabel 11).

Tabel 11. Kriteria stabilitas loadcase 2 berdasarkan IMO (1995)

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	19,6904	Pass	+524,83
	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	33,7624	Pass	+554,74
	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	14,0720	Pass	+718,66
	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	1,618	Pass	+709,00
	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	50,0	Pass	+100,00
	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	2,764	Pass	+1742,67

3. Kondisi muatan kapal mengoperasikan alat tangkap (Loadcase 3)

a.) Distribusi muatan

Muatan Kapal Bintang Mas Kartikayang sedang mengoperasikan alat tangkap di *fishing ground* mengalami perubahan titik stabilitas. Perubahan tersebut diakibatkan hasil tangkapan ikan yang didistribusikan pada bagian depan kapal. LCG (*Longitudinal Center of Gravity*) mengalami perubahan akibat distribusi tersebut, tetapi belum terjadi secara signifikan. Perbekalan kapal tersebut sudah mencapai kapasitas 50%, tetapi hasil tangkapan sudah mencapai setengah kapasitas palka ikan yaitu 50%. Berikut adalah tabel distribusi muatan kapal (Tabel 12).

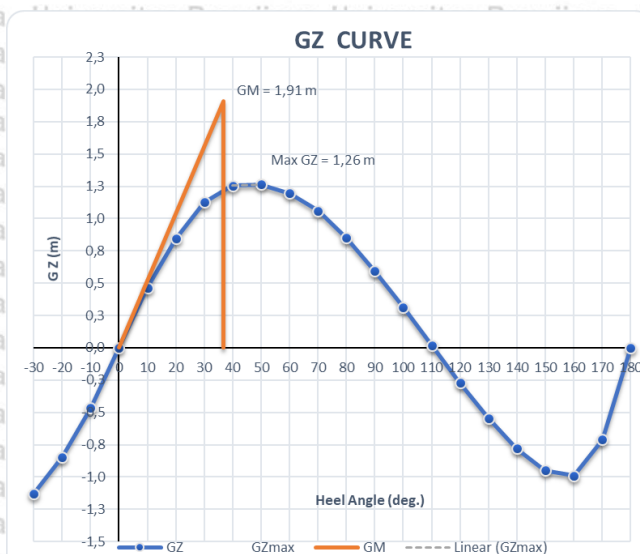


Tabel 12. Distribusi muatan *loadcase* 3 Kapal Bintang Mas Kartika

Nama Muatan	Jumlah	Berat (Ton)	Titik Gravitasi Muatan		
			LCG	TCG	VCG
Lightship	1	40,410	9,000	0,000	1,380
Tangki Air Bersih 1	50%	0,962	0,882	1,190	2,289
Tangki Air Bersih 2	50%	0,962	0,882	0,000	2,289
Tangki Air Bersih 3	50%	0,962	0,882	-1,190	2,289
Tangki BBM 1	50%	0,588	4,242	1,326	1,030
Tangki BBM 2	50%	0,588	4,242	-1,326	1,030
Main Engine	1	0,900	6,800	0,000	0,950
ABK	34	2,380	5,950	0,000	5,560
Palka 1	50%	2,606	10,425	0,855	1,062
Palka 2	50%	2,606	10,425	-0,855	1,062
Palka 3	50%	2,730	12,106	0,864	1,093
Palka 4	50%	2,730	12,106	-0,864	1,093
Palka 5	50%	2,802	13,785	0,869	1,119
Palka 6	50%	2,802	13,785	-0,869	1,119
Palka 7	50%	2,906	15,463	0,873	1,163
Palka 8	50%	2,906	15,463	-0,873	1,163
Palka 9	50%	3,063	17,138	0,869	1,248
Palka 10	50%	3,063	17,138	-0,869	1,248
Berat Total=			LCG =	TCG =	VCG =
75,966			10,815	0,000	1,404

b.) Kurva Stabilitas

Kurva lengan balik *loadcase* 3 menjelaskan saat kapal sedang melakukan operasi penangkapan ikan di *fishing ground*. Hasil yang didapatkan dari analisis kurva tersebut didapatkan nilai GM sebesar 2.979 m dan GZ maksimum 1.271 m pada sudut oleng 46.4°. Kondisi tersebut menurunkan nilai stabilitas kapal karena pada kondisi tersebut sedang dilakukan operasi penangkapan ikan. Hasil tangkapan ikan tersebut didistribusikan ke dalam palka kapal yang berada di bagian depan kapal. Hal tersebut menyebabkan penurunan pada sarat kapal bagian FP (Gambar 22).



Gambar 25. Kurva stabilitas (GZ) loadcase 3 Kapal Bintang Mas Kartika

c.) Kriteria stabilitas

Kriteria stabilitas pada *loadcase* 3 terjadi penurunan nilai stabilitas. Hal tersebut dilihat dari *Margin* yang terdapat pada tabel dan dibandingkan dengan *loadcase* sebelumnya. Nilai yang didapatkan masih mencukupi kriteria yang dirujuk meskipun nilai nya berkurang (Tabel 13).

Tabel 13. Kriteria stabilitas *loadcase* 3 Kapal Bintang Mas Kartika

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	18,9759	Pass	+502,16
	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	30,9959	Pass	+501,09
	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	12,0201	Pass	+599,29
	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	1,271	Pass	+535,50
	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	46,4	Pass	+85,46
	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	2,979	Pass	+1886,00

4. Kondisi muatan kapal saat menuju *fishing base* (Loadcase 4)

a.) Distribusi muatan

Muatan Kapal Bintang Mas Kartika saat menuju *fishing base* mengalami perubahan parameter yang signifikan. LCG pada kapal tersebut berubah menjadi 13.243 m karena terdapat muatan yang cukup besar pada bagian depan kapal tersebut. Seluruh hasil tangkapan ikan didistribusikan pada bagian palka, kemudian jumlah kuantitas perbekalan tersisa *sedikit*. Perbekalan kapal pada kondisi tersebut hanya tersisa 25%, tetapi hasil tangkapan ikan di dalam palka ikan tersebut sudah mencapai 100%. Berikut adalah tabel distribusi muatan kapal (Tabel 14).

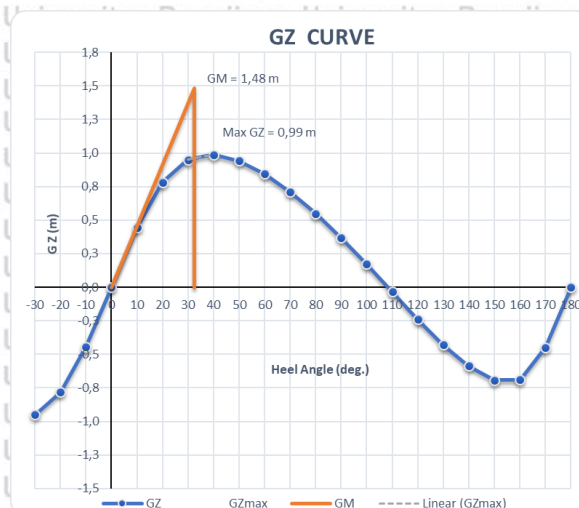


Tabel 14. Distribusi muatan *loadcase* 4

Nama Muatan	Jumlah	Berat (Ton)	Titik Gravitasi Muatan		
			LCG	TCG	VCG
Lightship	1	40,410	9,000	0,000	1,380
Tangki Air Bersih 1	25%	0,481	0,898	1,190	2,144
Tangki Air Bersih 2	25%	0,481	0,898	0,000	2,144
Tangki Air Bersih 3	25%	0,481	0,898	-1,190	2,144
Tangki BBM 1	25%	0,294	4,290	1,206	0,899
Tangki BBM 2	25%	0,294	4,290	-1,206	0,899
Main Engine	1	0,900	6,800	0,000	0,950
ABK	34	2,380	5,950	0,000	5,560
Palka 1	100%	5,213	10,440	0,953	1,617
Palka 2	100%	5,213	10,440	-0,953	1,617
Palka 3	100%	5,460	12,123	0,957	1,672
Palka 4	100%	5,460	12,123	-0,957	1,672
Palka 5	100%	5,604	13,804	0,959	1,711
Palka 6	100%	5,604	13,804	-0,959	1,711
Palka 7	100%	5,812	15,483	0,962	1,777
Palka 8	100%	5,812	15,483	-0,962	1,777
Palka 9	100%	6,127	17,166	0,959	1,897
Palka 10	100%	6,127	17,166	-0,959	1,897
		Berat Total=	LCG =	TCG =	VCG =
		102,253	11,960	0,000	1,692

b.) Kurva stabilitas

Kurva stabilitas pada kondisi *loadcase* 4 menjelaskan saat kapal sedang menuju *fishing base* setelah melakukan operasi penangkapan ikan di *fishing ground*. Hasil analisis tersebut didapatkan bahwa tinggi GM yang dihasilkan adalah 2.616 m dan GZ maksimum yang didapatkan adalah 0.988 m pada sudut oleng 39.1°. Berikut adalah kurva stabilitas yang menampilkan kurva stabilitas dari *loadcase* 4 (Gambar 23).



Gambar 26. Kurva stabilitas loadcase 4 Kapal Bintang Mas Kartika

c.) Kriteria stabilitas

Kriteria stabilitas *loadcase* 4 yang sudah dianalisis hasilnya tidak berbeda jauh dengan *loadcase* 3, karena pada saat itu kapal sedang menampung hasil tangkapan ikan. Perbedaannya ialah pada kondisi tersebut hasil tangkapan sudah memenuhi palka atau sudah mencapai 100%. Hasil analisis yang didapatkan masih mencukupi kriteria yang sudah dirujuk (Tabel 15).

Tabel 15. Kriteria stabilitas *loadcase* 4 Kapal Bintang Mas Kartika

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3,1513	m.deg	17,3084	Pass	+449,24
	3.1.2.1: Area 0 to 40	5,1566	m.deg	27,0765	Pass	+425,08
	3.1.2.1: Area 30 to 40	1,7189	m.deg	9,7682	Pass	+468,28
	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,988	Pass	+394,00
	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	39,1	Pass	+56,36
	3.1.2.4: Initial GMt	0,150	m	2,616	Pass	+1644,00

4.6.3 Analisa Seakeeping Kapal

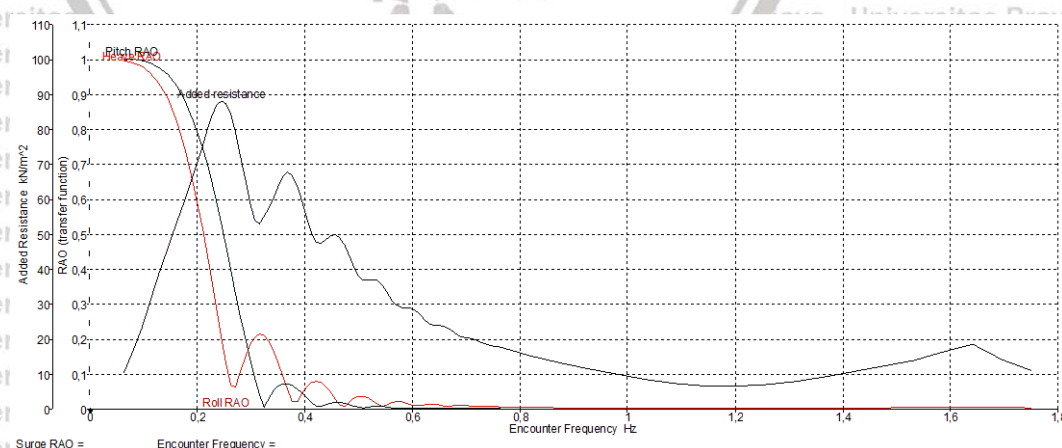
Analisa *Seakeeping* dilakukan untuk mengetahui tingkat kenyamanan dan keselamatan kapal. Hal ini perlu dilakukan agar ketika kapal berlayar dapat bertahan pada kondisi apapun. Perhitungan *Seakeeping* dilakukan dengan bantuan software *Maxsurf Motion* menggunakan beberapa pengaturan dalam pengoperasiannya anantara lain adalah kondisi perairan yang telah ditetapkan oleh *world meteorological organization* dengan peninjauan pada tiga kategori gelombang yaitu kecil (slight), sedang (moderate), dan besar (Rought).

Sedangkan untuk analisa *Motion Sickness Incidence* (MSI) didasarkan pada nilai *MSI index* yang telah ditetapkan.

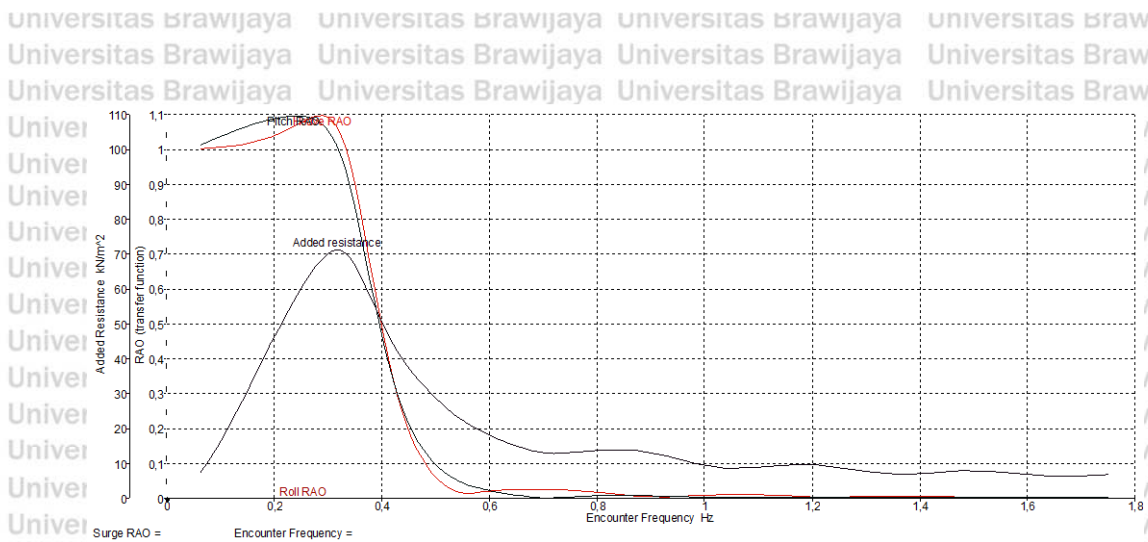
Tabel 16. Tempat Pengukuran MSI pada Kapal

Name	Long. Pos[m]	Offset [m]	Height [m]	Long Pos from CG[M]	Offset from CG [M]	Height from CG [M]
Belakang	2,00	0,00	5,00	-8,78	0,00	2,97
Tengah	12,00	0,00	5,00	1,22	0,00	2,97
Depan	22,00	0,00	5,50	11,22	0,00	3,47
Ruang ABK	5,00	0,00	7,00	-5,78	0,00	4,97

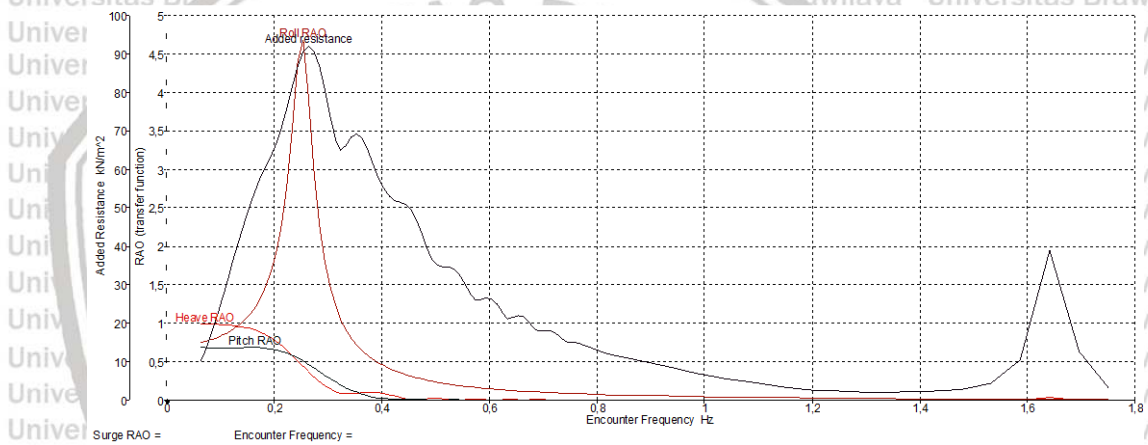
a. Gerak Kapal karena pengaruh gelombang



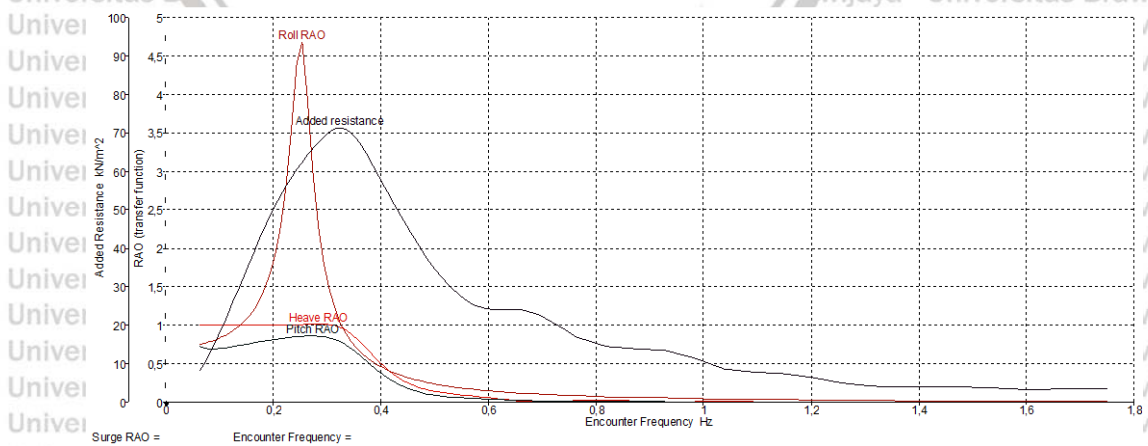
Gambar 27. Kecepatan Kapal 0 Knot, sudut datang gelombang 180°



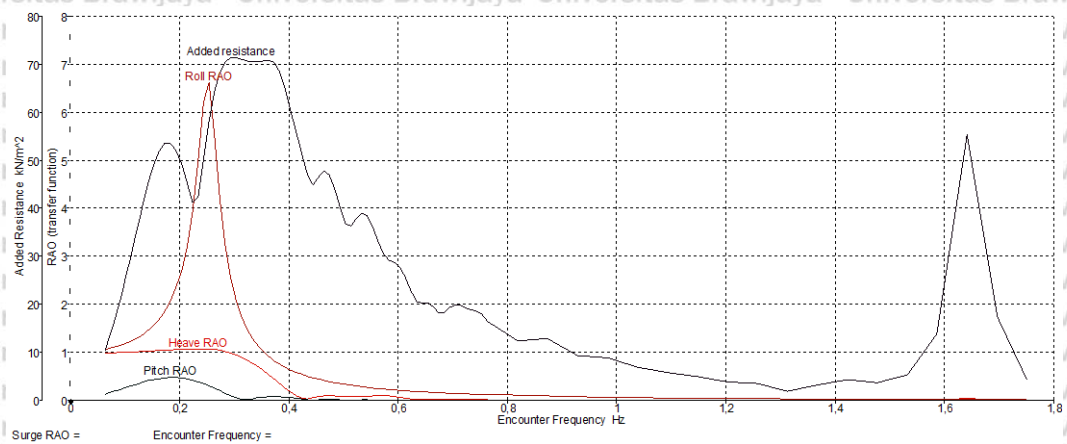
Gambar 28. Kecepatan Kapal 10 Knot, sudut datang gelombang 180°



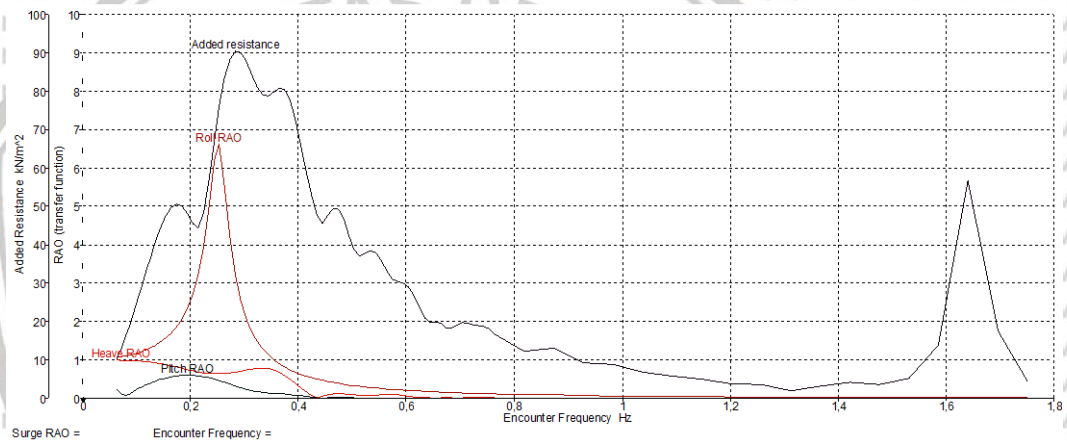
Gambar 29. Kecepatan Kapal 0 Knot, sudut datang gelombang 135°



Gambar 30. Kecepatan Kapal 10 Knot, sudut datang gelombang 135°



Gambar 31. Kecepatan Kapal 0 Knot, sudut datang gelombang 90°



Gambar 32. Kecepatan Kapal 10 Knot, sudut datang gelombang 90°

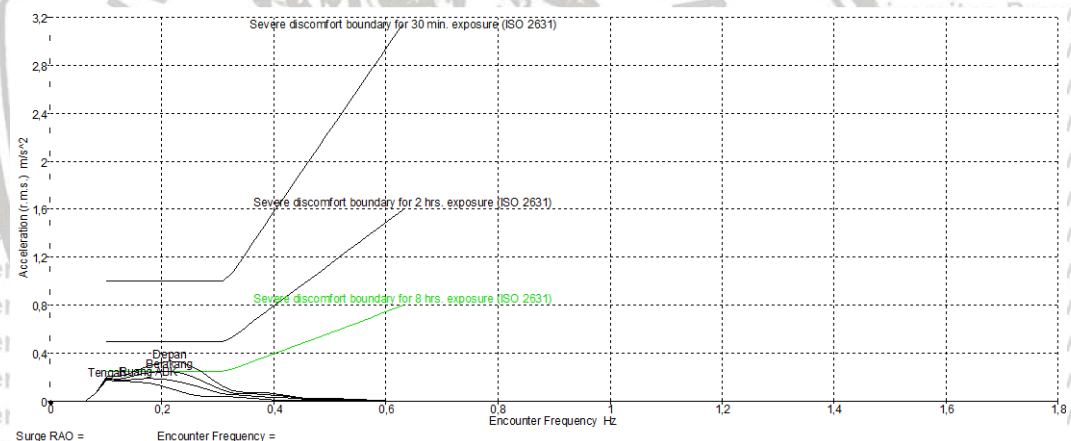
Hasil Analisa grafik RAO:

- Untuk gerak *heave* terjadi kenaikan nilai gerakan seiring dengan bertambahnya kecepatan kapal pada arah datang gelombang *headseas* dan *quarter headseas*. Pada arah datang gelombang *beamseas* nilai *heave* mengalami penurunan seiring kenaikan kecepatan kapal. Nilai gerakan *heave* maksimum terjadi pada saat kecepatan 0 knot kondisi sudut datang gelombang 90° dengan nilai RAO sebesar 1.075 pada frekuensi 0.234 Hz.

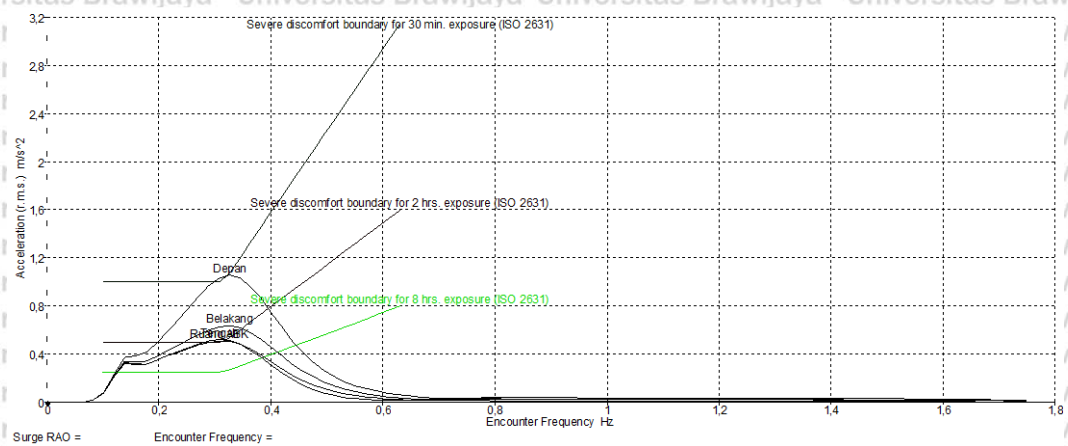
b. Terjadi penurunan nilai gerakan *roll* seiring dengan bertambahnya kecepatan kapal. Nilai *roll* maksimum terjadi sudut datang gelombang 90° saat kecepatan kapal 0 Knot dengan nilai RAO 6.628 pada frekuensi 0,254 Hz, sedangkan nilai *roll* minimum terjadi pada kecepatan 10 m/s dengan sudut datang 180° nilai RAO 0.

c. Untuk gerak *pitch* terjadi kenaikan nilai gerakan seiring dengan bertambahnya kecepatan kapal. Nilai *pitch* maksimum terjadi pada kecepatan kapal 10 knot arah gelombang 135° dengan nilai RAO 0.866 pada frekuensi 0.274 Hz

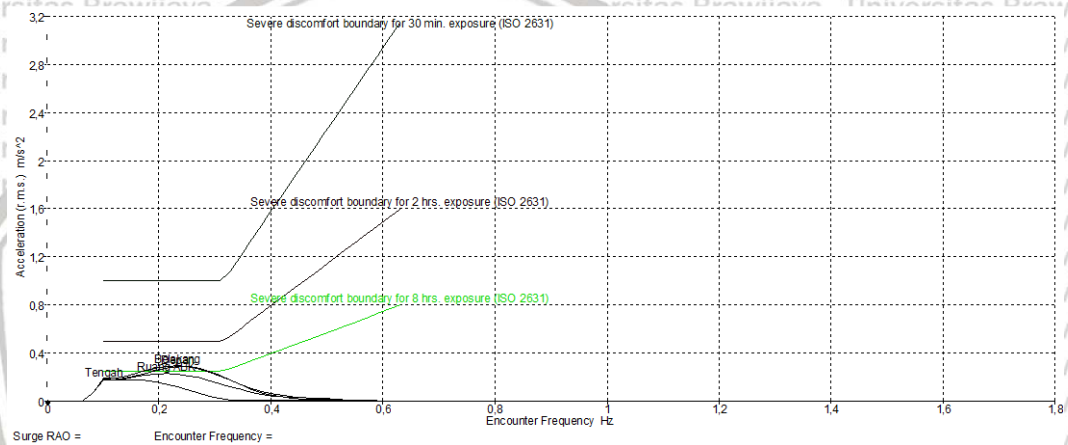
b. Motion Sickness Indication (MSI)
1. Tinggi Gelombang 2.5 m



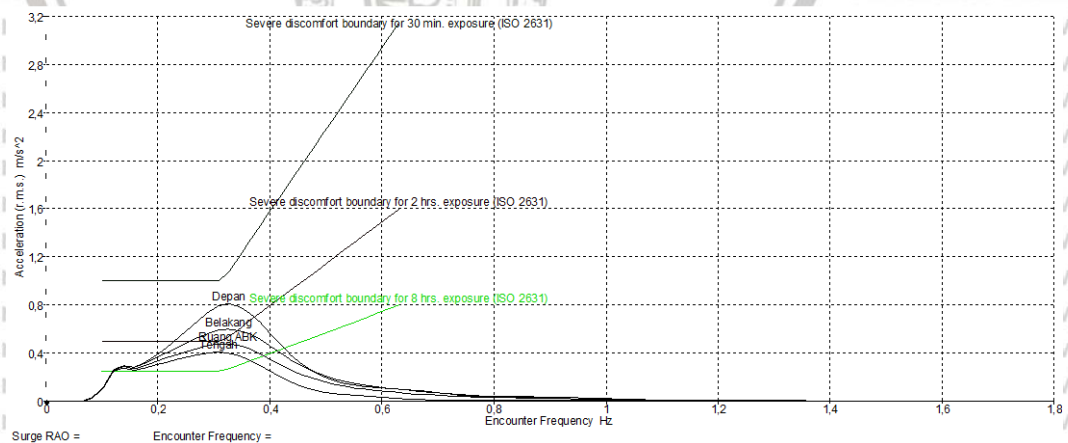
Gambar 33. Kecepatan Kapal 0 Knot, sudut datang gelombang 180°



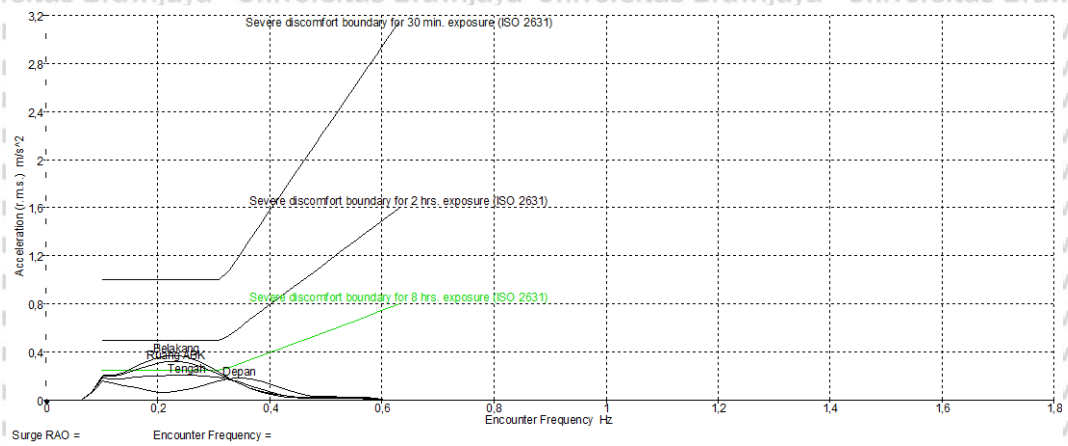
Gambar 34. Kecepatan Kapal 10 Knot, sudut datang gelombang 180°



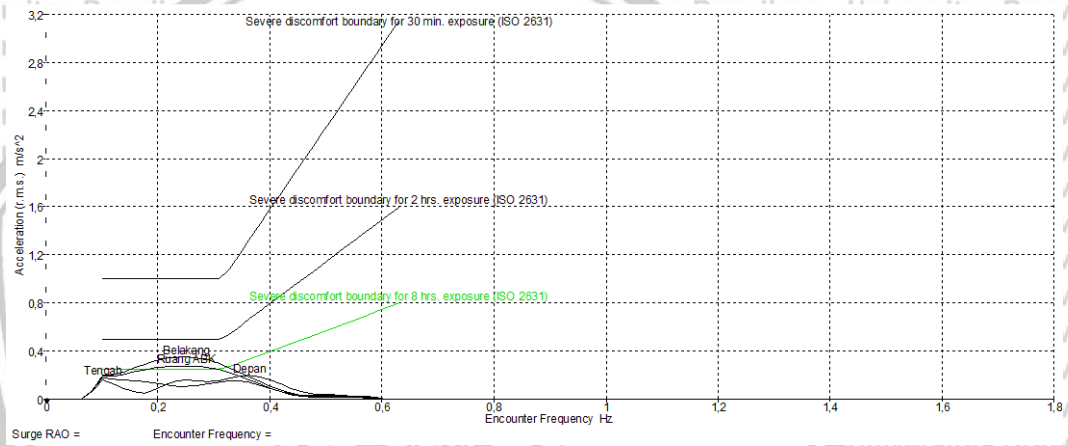
Gambar 35. Kecepatan Kapal 0 Knot, sudut datang gelombang 135°



Gambar 36. Kecepatan Kapal 10 Knot, sudut datang gelombang 135°

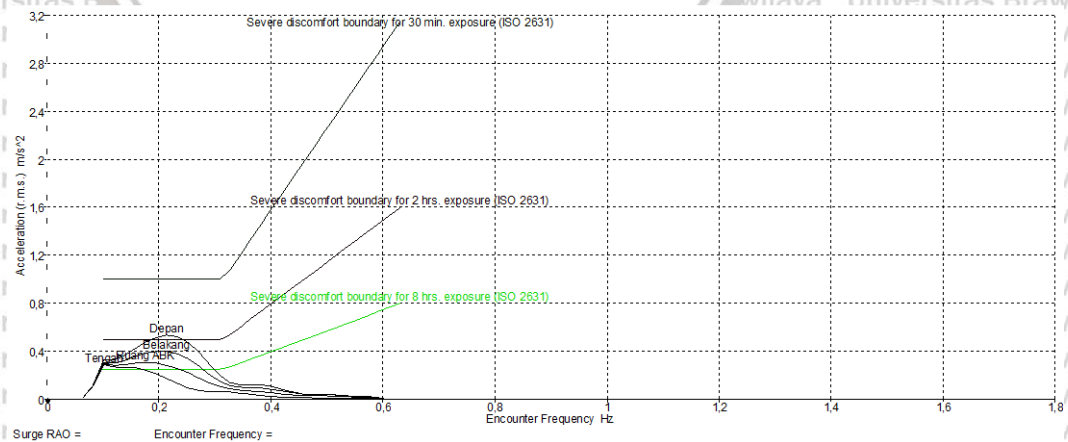


Gambar 37. Kecepatan Kapal 0 Knot, sudut datang gelombang 90°



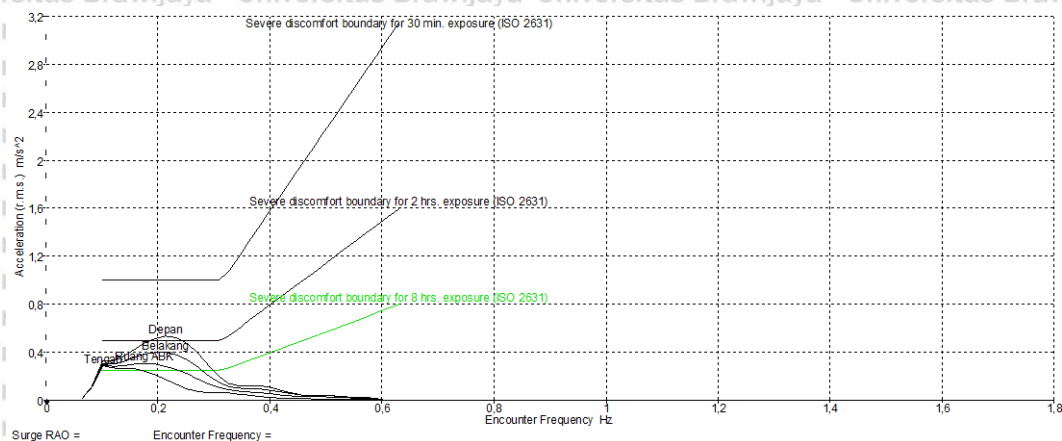
Gambar 38. Kecepatan Kapal 10 Knot, sudut datang gelombang 90°

2. Tinggi Gelombang 4 m

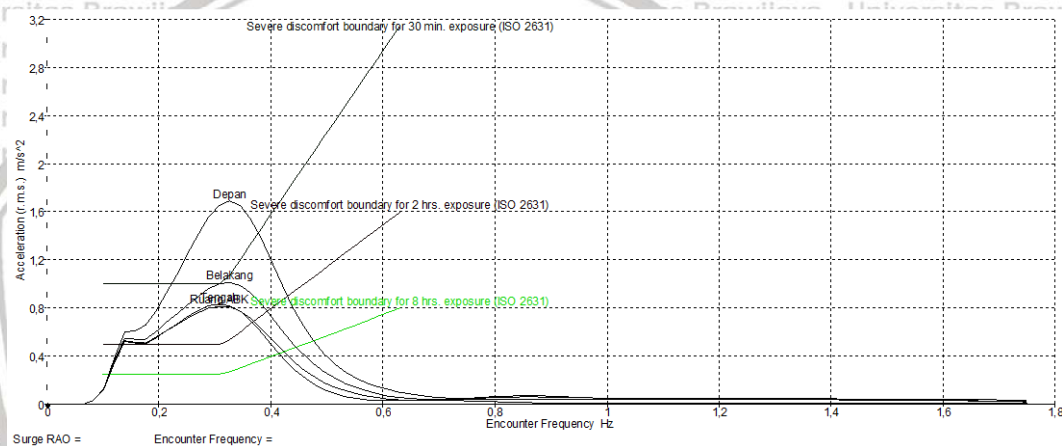


Gambar 39. Kecepatan Kapal 0 Knot, sudut datang gelombang 180°





Gambar 43. Kecepatan Kapal 0 Knot, sudut datang gelombang 90°



Gambar 44. Kecepatan Kapal 10 Knot, sudut datang gelombang 90°

Hasil Analisa grafik MSI:

- Pada saat kondisi tinggi gelombang laut 2.5 m. Kapal kecepatan 0 knot dan gelombang dari arah 180° atau *Headseas*, Ada 10% ABK pada depan mengalami MSI setelah perjalanan 8 jam sebesar 0.33 dengan encounter frekuensi 0.214 Hz dan belakang kapal mengalami MSI setelah 8 jam perjalanan sebesar 0.252 dengan encounter frekuensi 0.214 Hz. Kapal kecepatan 10 knot dan gelombang dari arah 180° atau *Headseas*. Sebanyak 10% ABK yang berada pada depan kapal mengalami MSI setelah 30 menit perjalanan sebesar 1.06 dengan encounter frekuensi 0.326 Hz. Sebanyak 10% ABK yang berada pada belakang, tengah dan

ruang ABK kapal mengalami MSI setelah 2 jam perjalanan sebesar 0.638, 0.523 dan 0.513 dengan encounter frekuensi 0.307 Hz.

- b. Pada saat kondisi tinggi gelombang laut 2.5 m. Kapal kecepatan 0 knot dan gelombang dari arah 135° atau *Quarter Headseas*, Ada 10% ABK pada depan mengalami MSI setelah perjalanan 8 jam sebesar 0.29 dengan encounter frekuensi 0.232 Hz dan belakang kapal mengalami MSI setelah 8 jam perjalanan sebesar 0.298 dengan encounter frekuensi 0.232 Hz. Kapal kecepatan 10 knot dan gelombang dari arah 135° atau *Quarter Headseas*. Sebanyak 10% ABK pada belakang dan depan mengalami MSI setelah perjalanan 2 jam sebesar 0.605 dan 0.81 dengan encounter frekuensi 0.326 Hz. Sedangkan bagian tengah dan ruang ABK kapal mengalami MSI setelah 8 jam perjalanan sebesar 0.410 dan 0.481 dengan encounter frekuensi 0.326 Hz

- c. Pada saat kondisi tinggi gelombang laut 2.5 m. Kapal kecepatan 0 knot dan gelombang dari arah 90° atau *Beamseas*, Ada 10% ABK pada ruang ABK mengalami MSI setelah perjalanan 8 jam sebesar 0.325 dengan encounter frekuensi 0.232 Hz dan belakang kapal mengalami MSI setelah 8 jam perjalanan sebesar 0.376 dengan encounter frekuensi 0.232 Hz. Kapal kecepatan 10 knot dan gelombang dari arah 90° atau *Beamseas*. Sebanyak 10% ABK pada belakang dan ruang ABK mengalami MSI setelah perjalanan 8 jam sebesar 0.353 dan 0.280 dengan encounter frekuensi 0.232 Hz.

- d. Pada saat kondisi tinggi gelombang laut 4 m. Kapal kecepatan 0 knot dan gelombang dari arah 180° atau *Headseas*, Ada 10% ABK pada depan mengalami MSI setelah perjalanan 8 jam sebesar 0.403 dengan encounter frekuensi 0.214 Hz dan belakang kapal mengalami MSI setelah 2 jam perjalanan sebesar 0.53 dengan encounter frekuensi 0.214 Hz. Sedangkan

Sebanyak 10% ABK yang berada pada tengah dan Ruang ABK mengalami MSI sebesar 0.264 dan 0.304 dengan encounter frekuensi 0.157 Hz. Kapal kecepatan 10 knot dan gelombang dari arah 180° atau *Headseas*.

Sebanyak 10% ABK yang berada pada depan dan belakang kapal mengalami MSI setelah 30 menit perjalanan sebesar 1,020 dan 1.69 dengan encounter frekuensi 0.326 Hz. Sebanyak 10% ABK yang berada pada tengah dan ruang ABK kapal mengalami MSI setelah 2 jam perjalanan sebesar 0.834 dan 0.817 dengan encounter frekuensi 0.307 Hz.

e. Pada saat kondisi tinggi gelombang laut 4 m. Kapal kecepatan 0 knot dan gelombang dari arah 135° atau *Quarter Headseas*. Ada 10% ABK pada depan, tengah, belakang dan ruang ABK kapal mengalami MSI setelah perjalanan 8 jam sebesar 0.476, 0.283, 0.46, dan 0.369 dengan encounter frekuensi 0.232 Hz. Kapal kecepatan 10 knot dan gelombang dari arah 135° atau *Quarter Headseas*. Sebanyak 10% ABK pada depan mengalami MSI setelah perjalanan 30 menit sebesar 1.29 dengan encounter frekuensi 0.326 Hz. Sedangkan bagian belakang, tengah dan ruang ABK kapal mengalami MSI setelah 2 jam perjalanan sebesar 0.966, 0.646 dan 0.769 dengan encounter frekuensi 0.326 Hz

f. Pada saat kondisi tinggi gelombang laut 4 m. Kapal kecepatan 0 knot dan gelombang dari arah 90° atau *Beamseas*, Ada 10% ABK pada ruang ABK mengalami MSI setelah perjalanan 2 jam sebesar 0.518 dengan encounter frekuensi 0.232 Hz dan belakang kapal mengalami MSI setelah 2 jam perjalanan sebesar 0.601 dengan encounter frekuensi 0.232 Hz.

Sedangkan sebanyak 10% ABK pada bagian tengah mengalami MSI setelah 8 jam sebesar 0.327 dengan encounter frekuensi 0.214 Hz. Dan sebanyak 10 % ABK pada bagian depan kapal mengalami MSI setelah perjalanan 8 jam sebesar 0.30 dengan encounter frekuensi 0.345 Hz.

Kapal kecepatan 10 knot dan gelombang dari arah 90° atau *Beamseas*, Ada 10% ABK pada ruang ABK mengalami MSI setelah perjalanan 8 jam sebesar 0.446 dengan encounter frekuensi 0.232 Hz dan belakang kapal mengalami MSI setelah 2 jam perjalanan sebesar 0.566 dengan encounter frekuensi 0.251 Hz. Sedangkan sebanyak 10% ABK pada bagian tengah mengalami MSI setelah 8 jam sebesar 0.289 dengan encounter frekuensi 0.101. Dan sebanyak 10 % ABK pada bagian depan kapal mengalami MSI setelah perjalanan 8 jam sebesar 0.32 dengan encounter frekuensi 0.364 Hz.

4.7 Operasional Kapal

KM Bintang Mas Kartika melakukan kegiatan penangkapan ikan dalam kurun waktu 3-4 bulan dalam satu kegiatan trip kapal. *Fishingbase* kapal *purse seine* Pekalongan sebagian besar berada pada Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan. Bongkar muat hasil tangkapan tidak selalu dilakukan di PPN Pekalongan, Trip dilakukan dengan jumlah ABK kapal sebanyak 34 orang serta 1 orang Nahkoda kapal.

4.7.1 Biaya Trip

Biaya yang dikeluarkan kapal selama operasional penangkapan. Berikut merupakan biaya yang dikeluarkan setiap kali trip penangkapan ikan kapal:

a) Bahan bakar

Bahan bakar solar merupakan salah satu hal yang paling penting dalam melakukan operasi penangkapan ikan. Operasi kapal yang dilakukan selama kurang lebih 3-4 bulan memerlukan bahan bakar solar sebanyak 24000 liter.

Estimasi biaya bahan bakar solar per liter saat ini sebesar Rp. 9.400,-, sehingga harga untuk pembelian solar sebesar Rp. 225.600.000,-.

b) Air bersih

Air bersih merupakan suatu hal penting dalam melakukan kegiatan operasi kapal. Kebutuhan air bersih KM Bintang Mas Kartika dalam satu kali trip operasi penangkapan ikan sebesar 30.000 liter.

c) Makan dan Minum

Kebutuhan pokok yang diperlukan dalam melakukan yaitu makan dan minum.

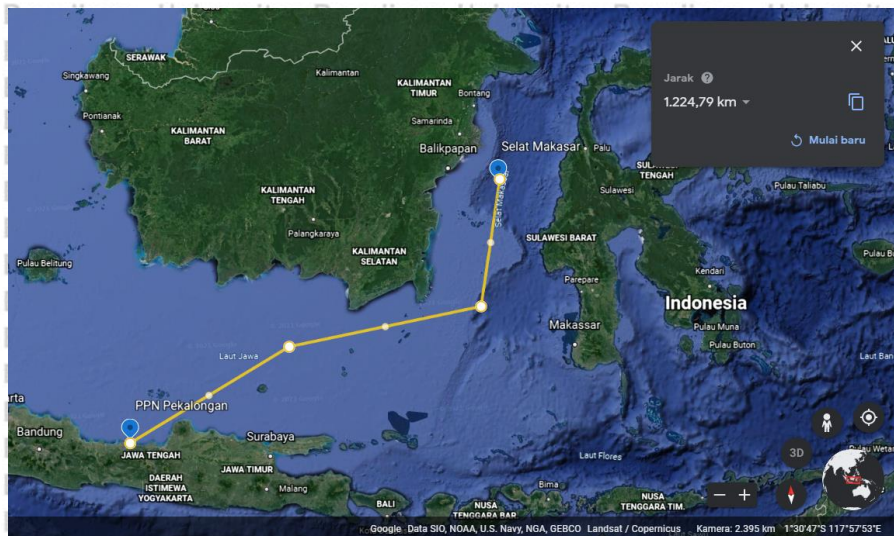
KM Bintang Mas Kartika dalam satu kali kegiatan trip operasi penangkapan ikan membutuhkan banyak bahan makanan dan minuman untuk pemenuhan makan dan minum 34 ABK kapal. Jumlah yang dikeluarkan untuk biaya makan dan minum sebesar Rp. 100.000.000,-.

4.7.2 Jarak Tempuh Trip Kapal

a. Jarak tempuh kapal dari pulau Jawa

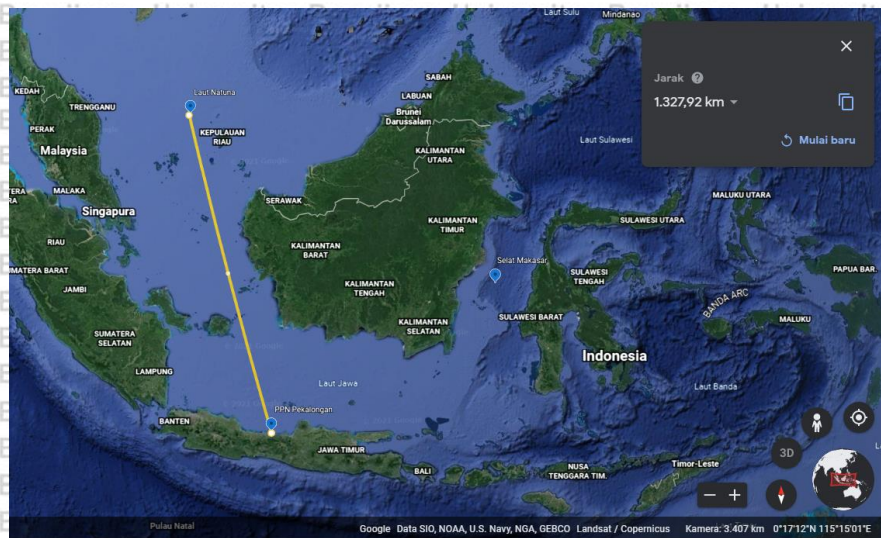
Pengetahuan mengenai jarak tempuh kapal dalam melakukan trip penangkapan ikan sangat diperlukan sebagai acuan dalam persiapan perbekalan, bahan bakar serta efisiensi waktu yang seharusnya dilakukan.

Dalam satu kali kegiatan penangkapan ikan kapal *purse seine* Pekalongan memerlukan waktu kurang lebih 3-4 Bulan termasuk dalam perjalanan menuju lokasi penangkapan ikan serta proses penangkapan ikan. Nelayan kapal *purse seine* banyak mengoperasikan alat tangkap pada sekitar wilayah selat makasar (WPPNRI 713) yang memiliki jarak kurang lebih 1.224,79 km atau 661,33 mil laut dari *fishingbase* atau Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pekalongan.



Gambar 45. Jarak tempuh Daerah Pengkapan Ikan *Purse Seine* Pekalongan

Salah satu wilayah yang belum banyak tereksploitasi adalah laut natuna yang letaknya berbatasan langsung dengan laut Cina Selatan. Tidak banyak kapal penangkap ikan milik nelayan Indonesia yang dapat melakukan kegiatan penangkapan di wilayah tersebut. Jarak laut natuna dengan PPN Pekalongan tidak jauh beda dengan jarak PPN Pekalongan dengan fishing ground sebelumnya yang berada di WPPNRI 713 yaitu sejauh 1,327.92 km atau 717,02 mil laut. Oleh karena itu, kapal *purse seine* pekalongan tidak masalah jika berangkat langsung dari asal. Bongkar muat hasil tangkapan dapat dilakukan di Pelabuhan Nizam Zachman Jakarta yaitu sejauh 1207,29 km atau 651,88 mil laut. Dengan selisih jarak yang tidak terlalu jauh, bahan bakar yang diperlukan untuk melakukan operasi penangkapan ikan di perairan natuna juga tidak jauh berbeda pula jika dioperasikan dari pulau jawa.



Gambar 46. Jarak tempuh PPN Pekalongan dengan Laut Natuna

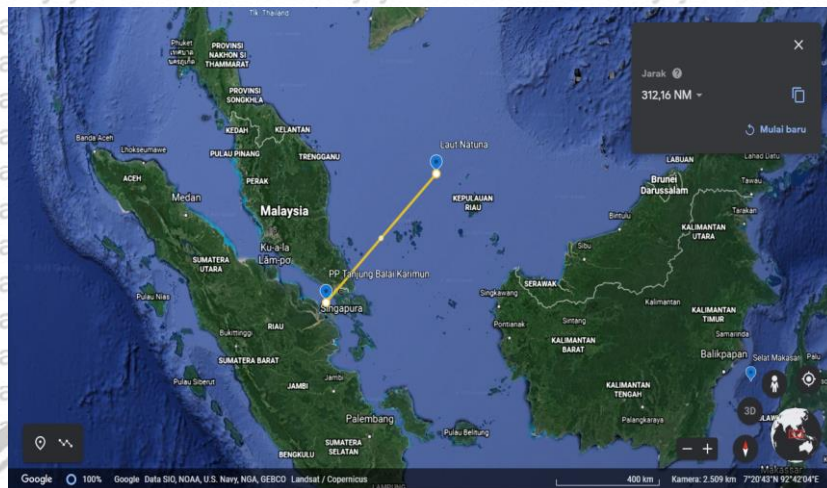


Gambar 47. Jarak tempuh PPS Nizam Zachman dengan Laut Natuna

b. Jarak Tempuh Kapal dari perairan Natuna

Berdasarkan data yang didapatkan Pelabuhan perikanan sekitar perairan natuna masihi diperuntukan untuk kapal ukuran kurang dari 30 GT. Tetapi, menurut buku panduan perikanan tangkap perairan natuna, kapal yang memiliki GT besar dan beroperasi di perairan naruna dapat sandar atau berlabuh di Pelabuhan perikanan Tanjung Balai Karimun. Pelabuhan perikanan ini memiliki jarak sekitar 576.11 km atau 312.16 Mil laut dari perairan natuna. Jika kapal dioperasikan dari Pelabuhan ini mempersingkat waktu trip yang dibutuhkan kapal, serta dapat mengurangi biaya pengeluaran. Penggunaan bahan bakar jika

dioperasikan dari PP. Tanjung Balai Karimun akan lebih menghemat pengeluaran nelayan dikarenakan jarak tempuh yang lebih dekat. Sehingga pendapatan nelayan juga dapat bertambah.



Gambar 48. Jarak Tempuh PP Tanjung Balai Karimun dengan Laut Natuna



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pembahasan penelitian dengan judul studi kelayakan teknis kapal *purse seine* Pekalongan untuk operasional di perairan kepulauan natuna adalah sebagai berikut:

1. Kapal *Purse seine* Pekalongan memiliki kelayakan operasional untuk dapat dioperasikan di Kepulauan Natuna. Daerah penangkapan ikan yang ada pada utara jawa dengan perairan natuna memiliki kecocokan ditinjau dari tinggi gelombang serta jenis ikan yang ada pada perairan tersebut. Jarak tempuh yang dibutuhkan dari *fishingbase* menuju *fishing ground* pada Perairan Natuna sedikit lebih jauh (717,02 mil laut), tetapi bokat muat hasil tangkapan dapat dilakukan di Pelabuhan Nizam Zachman Jakarta (651,88 mil laut). Kapal tersebut juga dapat di operasikan dari PP. Tanjung Balai Karimun dengan jarak jauh lebih dekat yaitu hanya 312,16 mil laut.
2. Analisa kelayakan teknis yang ditinjau dari analisa stabilitas kapal yang dilakukan pada kapal *purse seine* Pekalongan memiliki nilai melebihi dari standar yang telah ditetapkan oleh *International Maritime Organisation* (IMO).
3. Kelayakan teknis kapal yang dilihat dari analisa *Seakeeping* dengan melihat nilai *Motion Sickness Indication (MSI)* dan *Respon Amplitude Operator (RAO)*. Analisa seakeeping pada grafik RAO kapal *purse seine* pada sudut datang gelombang 180° gerak dominan yaitu *heaving* dan *pitching*. Gerakan *rolling* besaf terjadi ketika sudut datang gelombang 135°

dan 90°. Nilai MSI pada kapal *purse seine* memperlihatkan ABK yang berada pada tengah dan ruang ABK kapal terasa nyaman hingga 8 jam perjalanan karena pada bagian ini menunjukkan nilai dibawah batas standar MSI. Posisi ABK depan merasa paling tidak nyaman setelah 30 menit perjalanan ketika tinggi gelombang 4 m dan kapal dalam kecepatan 10 knot.

5.2 Saran

Saran dari hasil penelitian studi kelayakan teknis kapal *purse seine* untuk operasional di perairan kepulauan natuna adalah sebagai berikut:

1. Perlunya uji coba kapal secara langsung diperairan natuna agar mendapatkan hasil data produksi ikan yang didapatkan
2. Perlunya penelitian lebih lanjut mengenai ketersediaan hasil tangkapan utama alat tangkap *purse seine* di perairan natuna

DAFTAR PUSTAKA

Azis, M. A., Iskandar, B. H., & Novita, Y. (2017). Kajian Desain Kapal Purse Seine Tradisional Di Kabupaten Pinrang (Study Kasus Km. Cahaya Arafah).

Albacore Jurnal Penelitian Perikanan Laut, 1(1), 69–76.

<https://doi.org/10.29244/Core.1.1.69-76>

Badan Pusat Statistik Indonesia. (2018). *Statistik Sumber Daya Laut Dan Pesisir 2018*. 1–335.

Dirjen Pengelolaan Ruang Laut. (2016). *Kelautan Dan Perikanan Dalam Angka Kabupaten Natuna*.

Fyson, J. (1985). Design Of Small Fishing Vessels. *Fishing News Book*

Iskandar, B. H dan Pujiyati, S. 1995. Keragaan Teknis Kapal Perikanan di Beberapa Wilayah Indonesai. Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan: Institut Pertanian Bogor

Jatmiko, I., Nugroho, S. C., & Fahmi, Z. (2020). Karakteristik Perikanan Pukat Cincin Pelagis Besar Di Perairan Samudra Hindia (Wppnri 572 Dan 573).

Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, 26(1), 37.

<https://doi.org/10.15578/Jppi.26.1.2020.37-46>

Manik, P., Studi, P., Perkapalan, T., Teknik, F., & Diponegoro, U. (2012). Analisa Gerakan Seakeeping Kapal Pada Gelombang Reguler. *Kapal*, 4(1), 1–10.

<https://doi.org/10.12777/Kpl.4.1.1-10>

Mulyatno, I. P., Jatmiko, S., & Susilo, F. (2012). Analisa Investasi Kapal Ikan Tradisional Purseiner 30 Gt. *Jurnal Kapal*, 9(2), 58–67.

<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/kapal/article/view/4390>

Nurdin, H. S. Iskandar, B. H., Imron, M., & Novita, Y. (2016). Tata Muatan Dan Variasi Musim Penangkapan Pengaruhnya Terhadap Stabilitas Pursesainer

- Bulukumba, Sulawesi Selatan (Influence Of Cargo Arrangement And Fishing Season Variation Toward Bulukumba Purses seiner Stability In South Sulawesi). *Marine Fisheries: Journal Of Marine Fisheries Technology And Management*, 4(2), 183. <https://doi.org/10.29244/Jmf.4.2.183-193>
- Pamungkas R S, Rb Mulyanto, A. W. (2012). Kapal Perikanan (Pengukuran Dan Perhitungan). *Balai Besar Penangkapan Ikan*.
- Purri Djati Anggara, Dian Adrianto, Widodo Setiyo Pranowo, T. M. A. (2017). *Gunanalisis Karakteristik Gelombang Laut Guna Mendukung Data Informasi Operasi Keamanan Laut Di Wilayah Laut Natuna Dan Laut Natuna Utara*.
- Putra, Pringgo Kusuma Dwi Noor Yadi, N. T. (2019). Desain Kapal Penangkap Ikan Berdasarkan Kearifan Lokal Di Pelabuhan Perikanan. *Institut Pertanian Bogor*.
- Ronald M H, Syaifuddin, J. Z. (2014). *Buku Ajar Rancang Bangun Kapal Perikanan*.
- Saifudin, A. (2018). *Metode Data Mining Untuk Seleksi Calon Mahasiswa*. 10(1), 25–36.
- Santoso, B. (2009). *OPTIMASI KOEFISIEN BLOK KAPAL DENGAN FUNGSI TUJUAN BIAYA PENGADAAN MINIMAL PADA PEMBANGUNAN KAPAL*.
- Sari, R. M. (2010). Stabilitas Statis Kapal Payang Madura. *Institut Pertanian Bogor*.
- Sarwoko, S., & Santoso, B. (2019). Computational Tahanan Kapal Untuk Menentukan Daya Mesin Utama Kapal Ikan 5 Gt. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 14(1), 23–26.
- Slotnick, D. L., Colantonio, E. S., Butterfield, E. M., Kopetzky, D. J., & Slotnick, J. R. (1989). *Computers And Applications: An Introduction To Data Processing*. Houghton Mifflin Co.
- Sukanto. (2017). *Pengelolaan Potensi Laut Indonesia Dalam Spirit Ekonomi*

- Islam (Studi Terhadap Eksplorasi Potensi Hasil Laut Indonesia). *Jurnal Ekonomi Islam*, 9(1), 2548–1371.
[Http://Yudharta.Ac.Id/Jurnal/Index.Php/Malia](http://Yudharta.Ac.Id/Jurnal/Index.Php/Malia)
- Susanto, Adi, Iskandar, B. H., & Imron, M. (2011). Evaluasi Desain Dan Stabilitas Kapal Penangkap Ikan Di Palabuhanratu (Studi Kasus Kapal Psp 01) Fishing Vessel Design And Stability Evaluation In Palabuhanratu (Case Study Of Psp 01 Training-Fishing Vessel). *Marine Fisheries: Journal Of Marine Fisheries Technology And Management*, 2(2), 213–221.
- Swastina, L. (2013). Penerapan Algoritma C4.5 Untuk Penentuan Jurusan Mahasiswa. *Jurnal Gema Aktualita*, 2(1), 93–98.
- Zarma, N., Zakki, A. F., & Rindo, G. (2015). Studi Karakteristik Seakeeping Kapal Ikan Tradisional Dan Modern. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 3(1).
- Zulham, A., Subaryono, & Anggawangsa, R. F. (2017). *Rekomendasi Pengembangan Perikanan Tangkap Di Natuna Dan Sekitarnya*.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Aktivitas Penelitian



Kantor Utama Pelabuhan



Tempat Pelelangan Ikan



Pengukuran Dimensi Utama Kapal



Pengukuran Palka



Mesin Kapal



Alat Tangkap

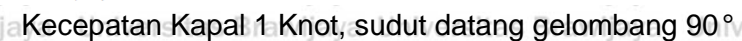
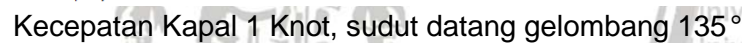
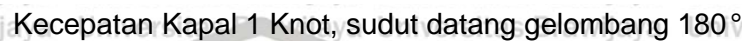
The graph plots Added Resistance (kNm²) on the y-axis (0 to 110) against Encounter Frequency (Hz) on the x-axis (0 to 1.6). The 'Rich RAO' curve (red) starts at 100 kNm² at 0 Hz and drops to near zero by 0.4 Hz. The 'Added resistance' curve (black) starts at 0 kNm² at 0 Hz, peaks at approximately 85 kNm² at 0.25 Hz, and then gradually decreases with some oscillations, reaching about 10 kNm² at 1.6 Hz.

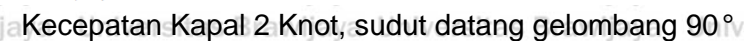
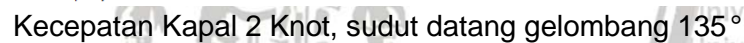
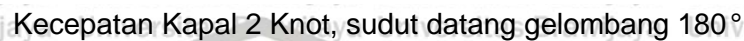
Surge RAO = Pitch RAO = Heave RAO =

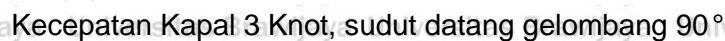
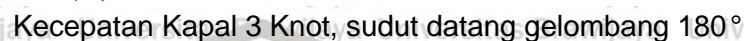
Encounter Frequency =

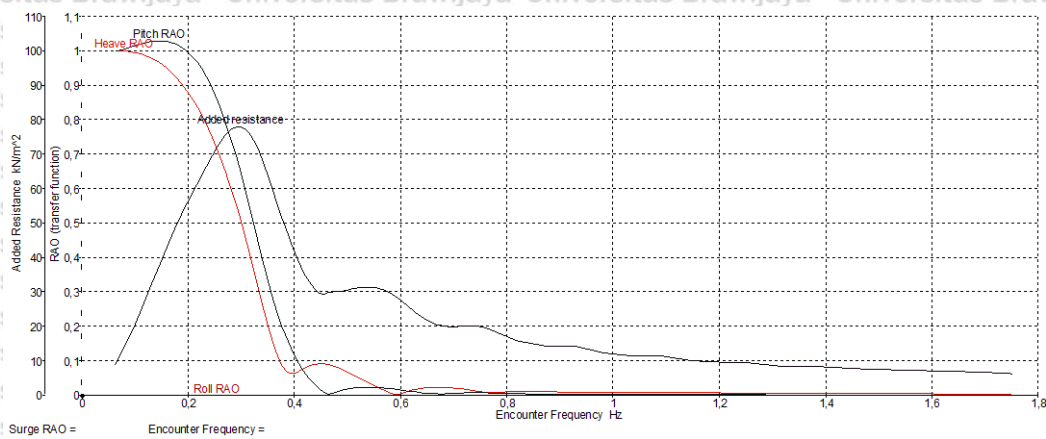
The graph plots four variables against Encounter Frequency (Hz) from 0 to 1.8. The y-axis represents both Added Resistance (kNm/m²) and RAO (transfer function) from 0 to 80. The 'Added resistance' curve (black) has a major peak of approximately 70 kNm/m² at 0.3 Hz and a secondary peak of about 55 kNm/m² at 1.65 Hz. The 'Roll RAO' curve (red) peaks at about 65 at 0.25 Hz. The 'Heave RAO' curve (red) peaks at about 12 at 0.2 Hz. The 'Pitch RAO' curve (black) has a small peak of about 5 at 0.15 Hz and another small peak of about 2 at 0.4 Hz.

87

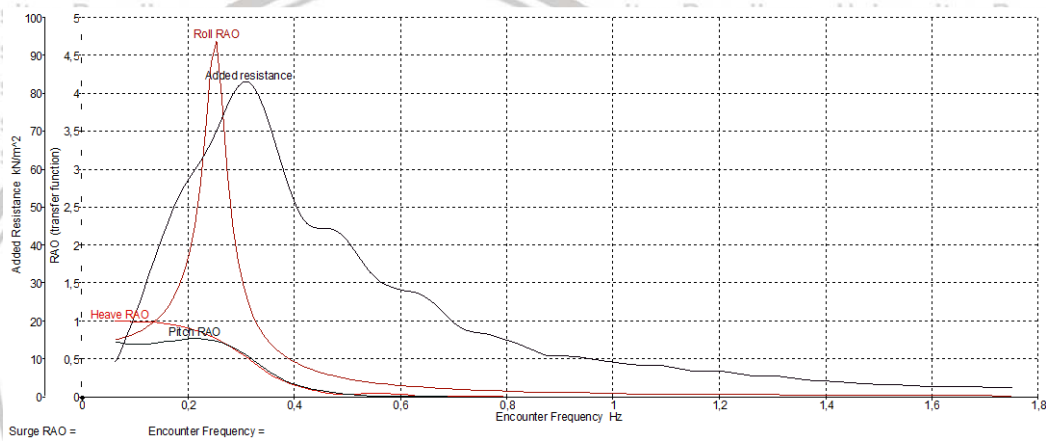




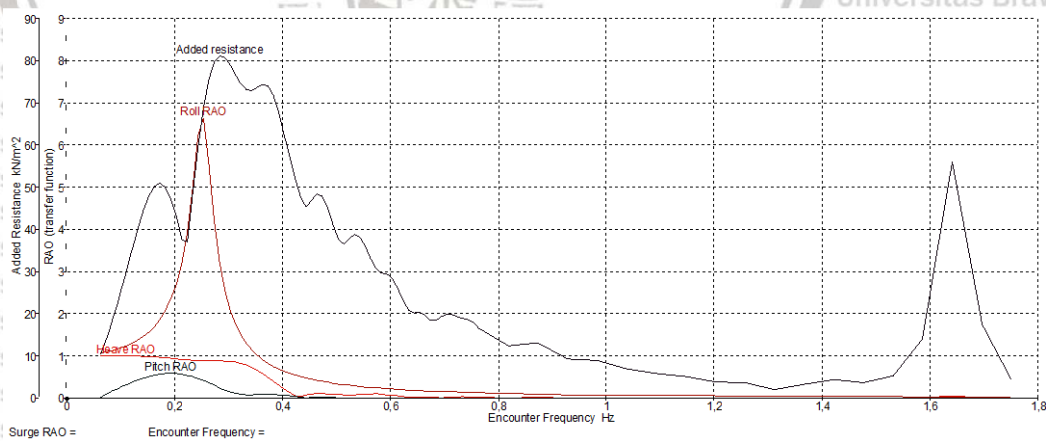




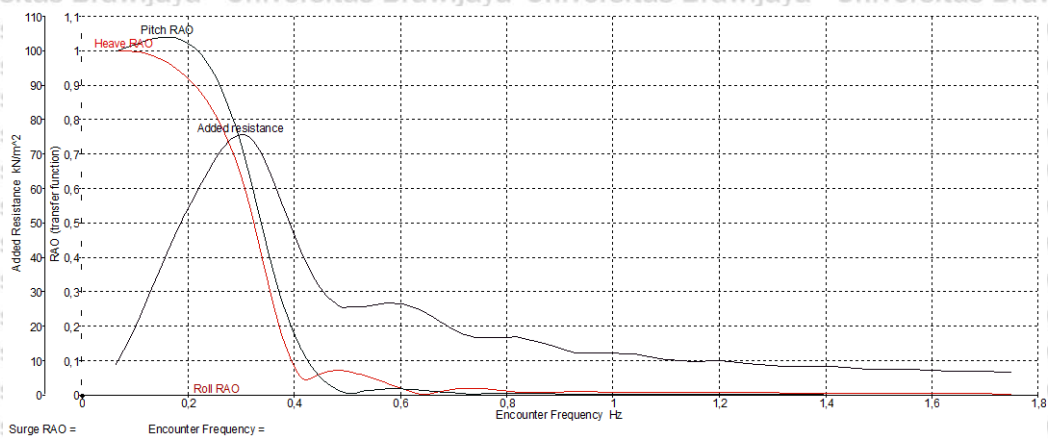
Kecepatan Kapal 4 Knot, sudut datang gelombang 180°



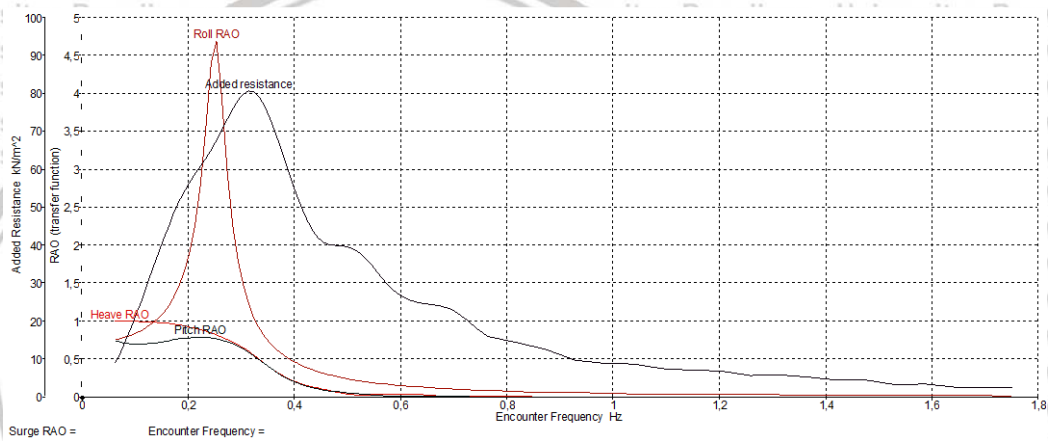
Kecepatan Kapal 4 Knot, sudut datang gelombang 135°



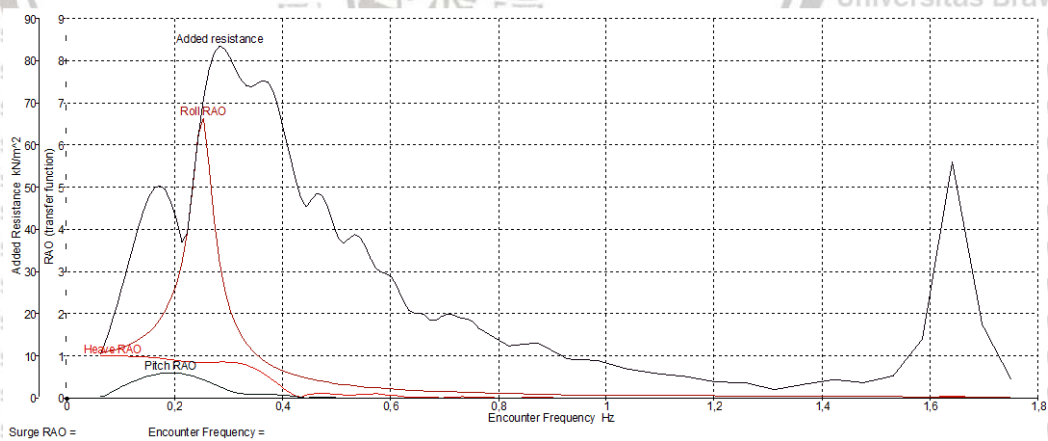
Kecepatan Kapal 4 Knot, sudut datang gelombang 90°



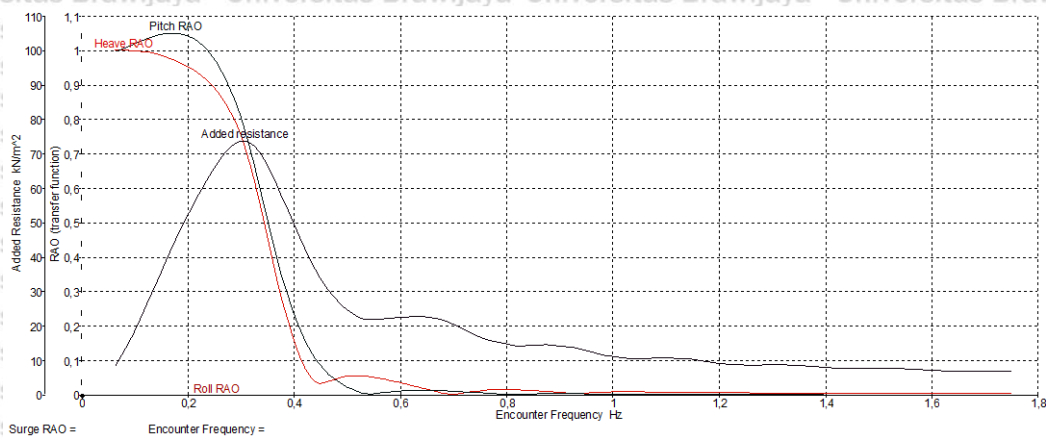
Kecepatan Kapal 5 Knot, sudut datang gelombang 180°



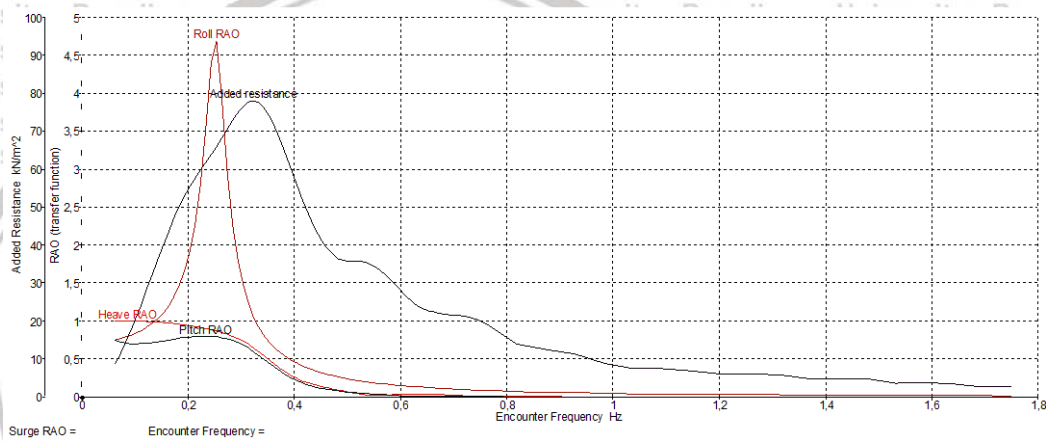
Kecepatan Kapal 5 Knot, sudut datang gelombang 135°



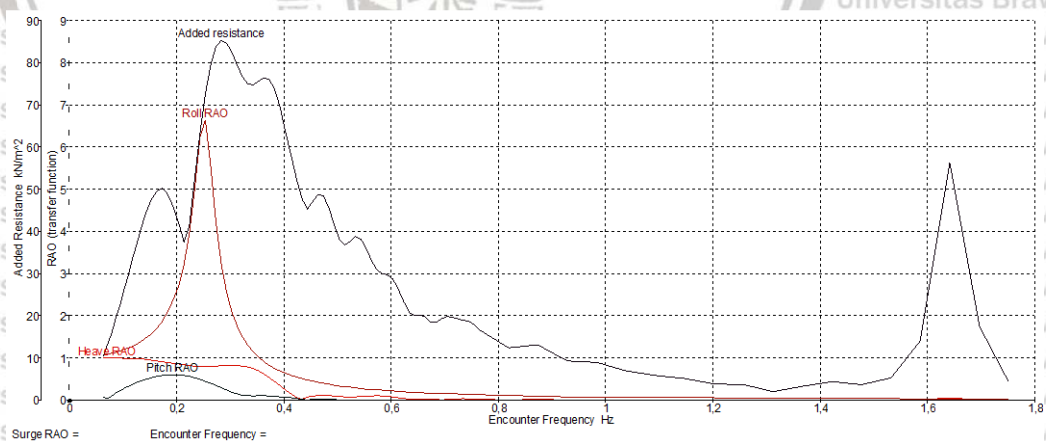
Kecepatan Kapal 5 Knot, sudut datang gelombang 90°



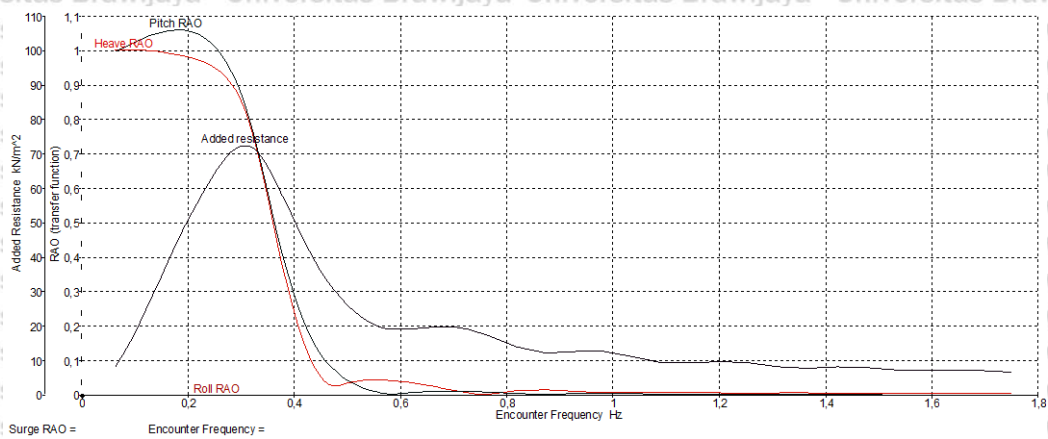
Kecepatan Kapal 6 Knot, sudut datang gelombang 180°



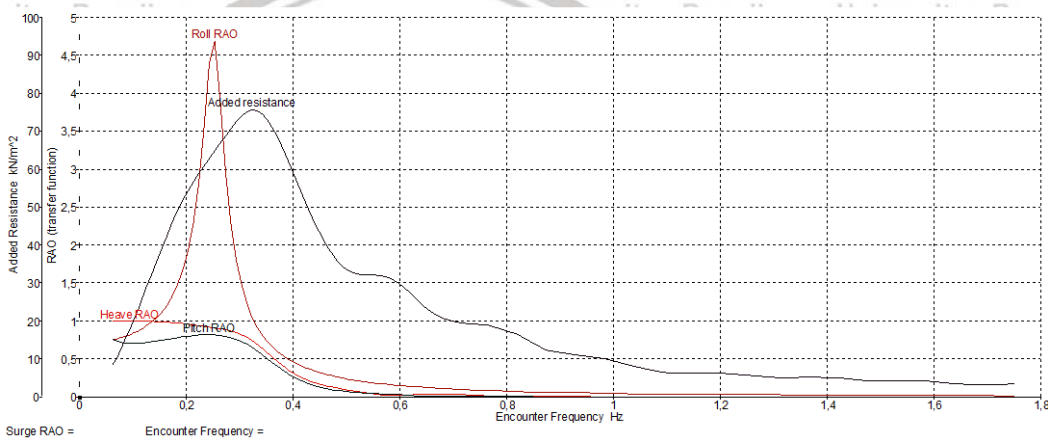
Kecepatan Kapal 6 Knot, sudut datang gelombang 135°



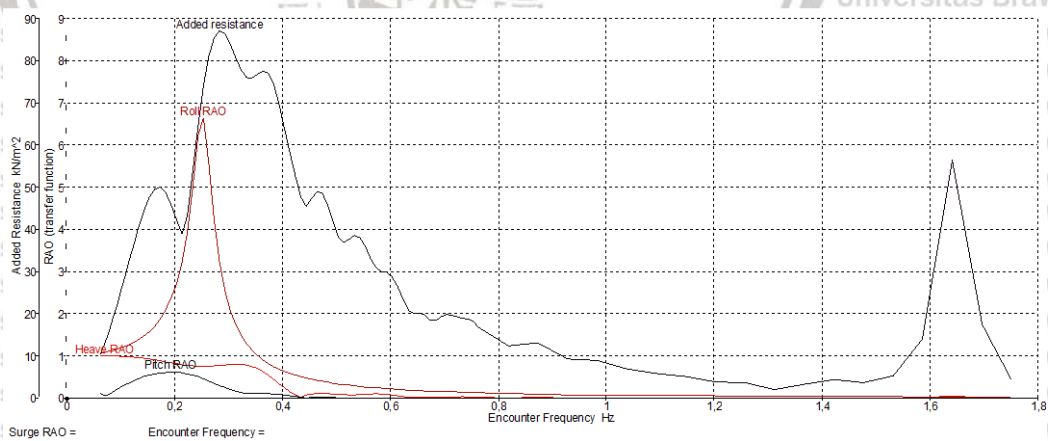
Kecepatan Kapal 6 Knot, sudut datang gelombang 90°



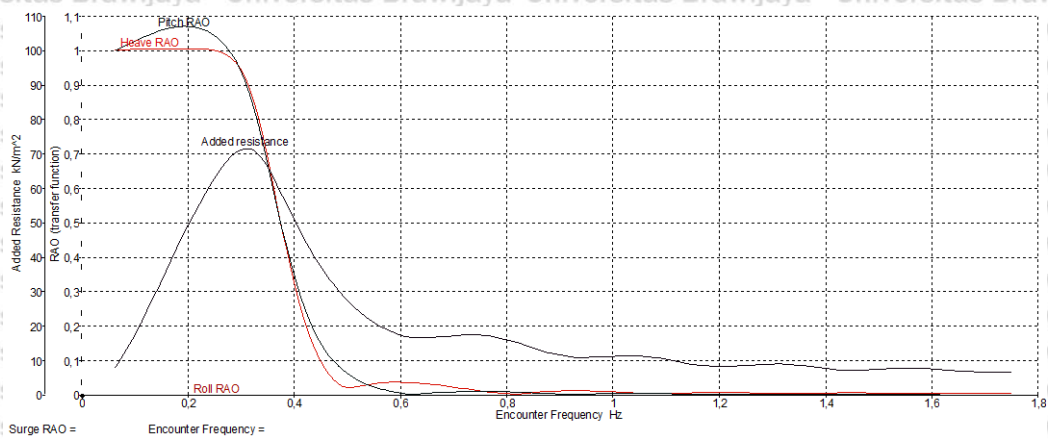
Kecepatan Kapal 7 Knot, sudut datang gelombang 180°



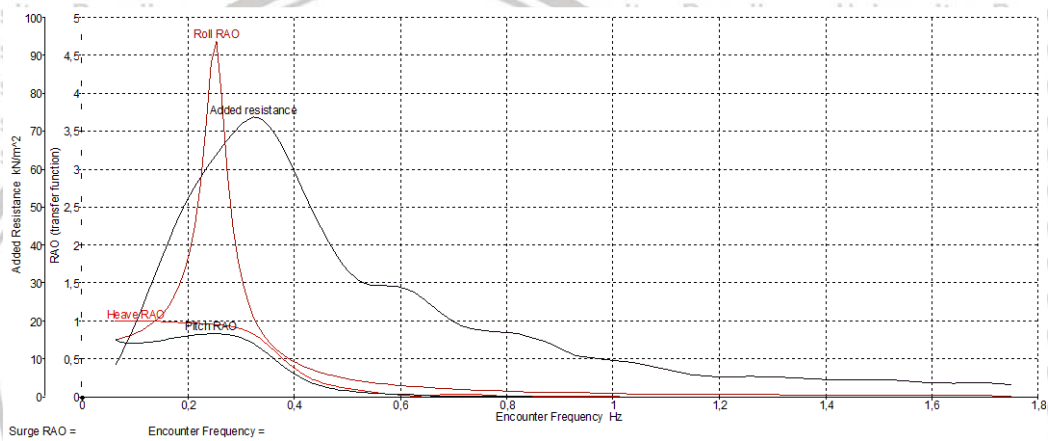
Kecepatan Kapal 7 Knot, sudut datang gelombang 135°



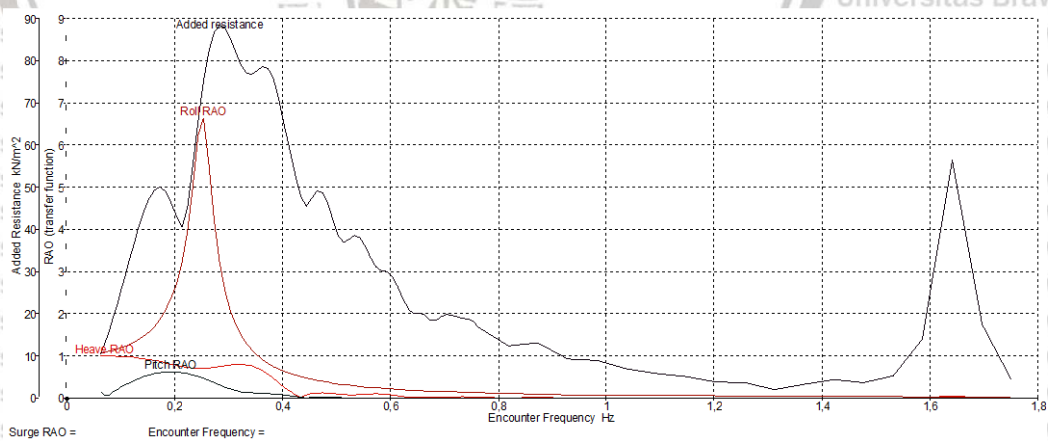
Kecepatan Kapal 7 Knot, sudut datang gelombang 90°



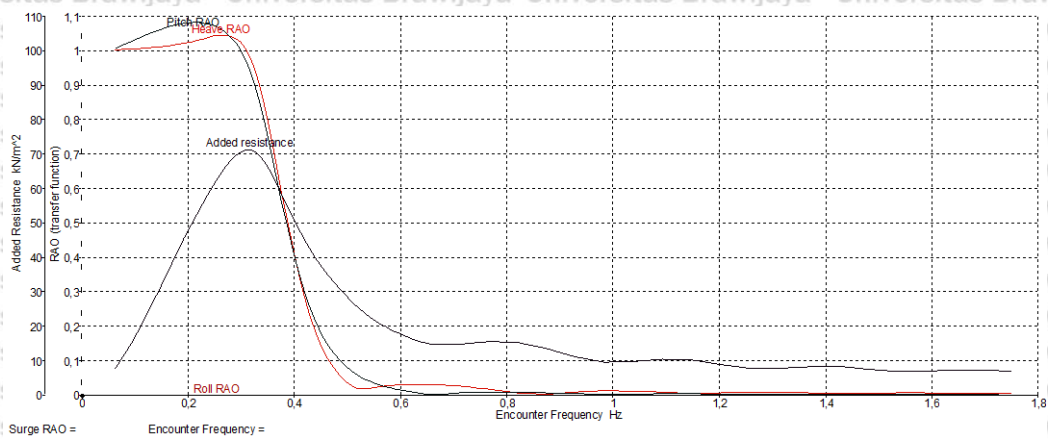
Kecepatan Kapal 8 Knot, sudut datang gelombang 180°



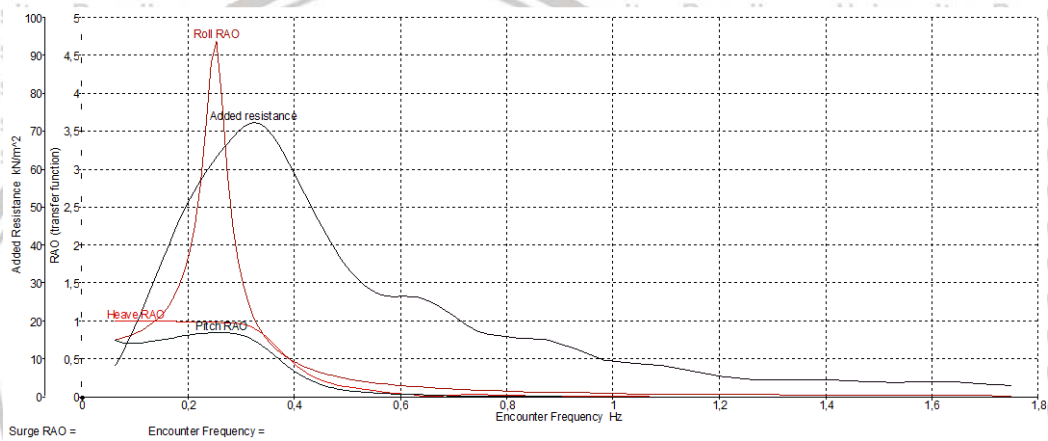
Kecepatan Kapal 8 Knot, sudut datang gelombang 135°



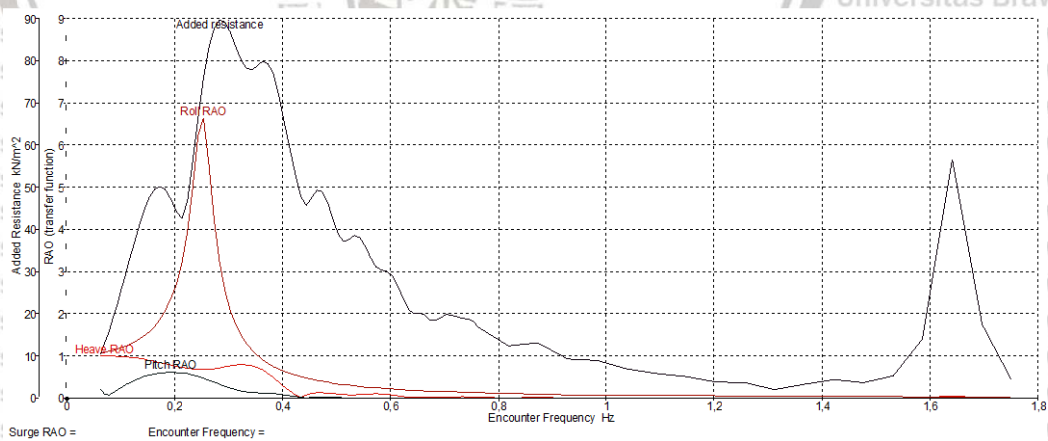
Kecepatan Kapal 8 Knot, sudut datang gelombang 90°



Kecepatan Kapal 9 Knot, sudut datang gelombang 180°



Kecepatan Kapal 9 Knot, sudut datang gelombang 135°



Kecepatan Kapal 9 Knot, sudut datang gelombang 90°

